

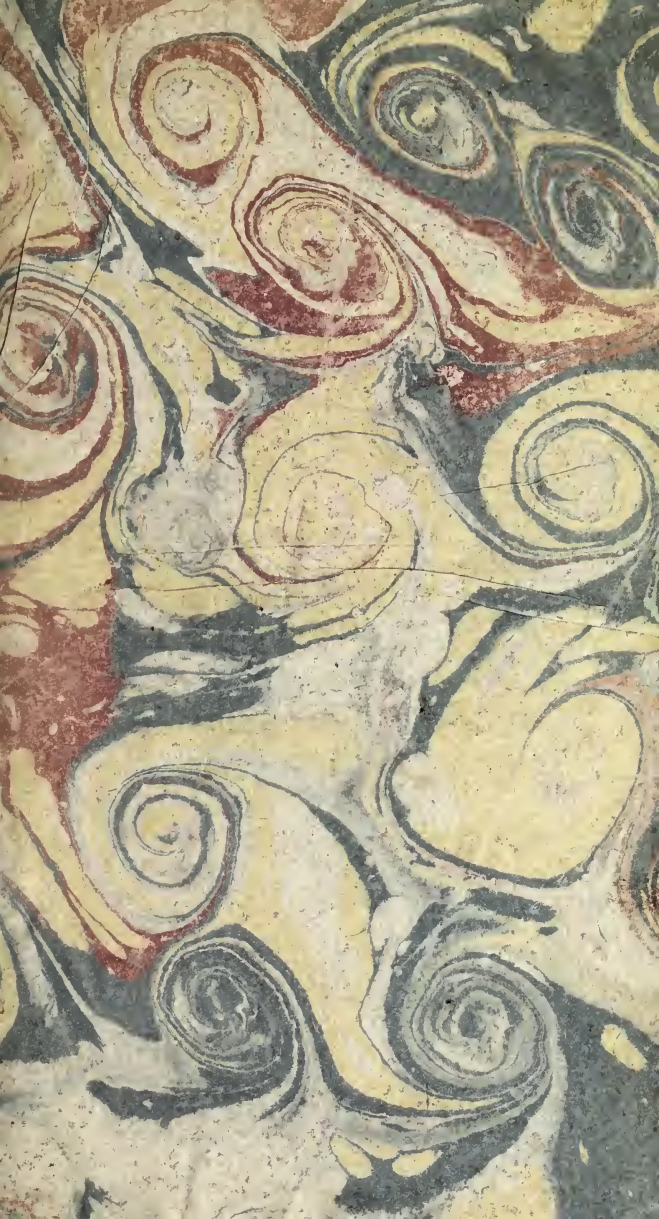


BIBL. COLL.
S. F. XAVERII
VENETENSIS.

Nº

Nº





Ch. 2-6

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

*Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale
des Sciences, de la Société Royale de Londres,
de l'Institut de Bologne, &c. Maître de
Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants
de France, & Professeur Royal de Physique
Expérimentale au Collège de Navarre.*

T O M E S I X I E M E



A P A R I S ;

Chez HIPPOLYTE - LOUIS GUERIN, & LOUIS-
FRANÇOIS DELATOUR, rue S. Jacques, à S.
Thomas d'Aquin.

M. D C C. L X I V.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
Getty Research Institute

EXTRAIT DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences.

Du 18 Janvier 1764.

M On sieur BEZOUT & moi , qui avions été nommés pour examiner le *fixieme Volume des Leçons de Physique Expérimentale* de M. l'Abbé NOLLET , en ayant fait notre rapport , l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impression : en foi de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris ce 18 Janvier 1764.

GRANDJEAN DE FOUCHY ,
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale
des Sciences.

On trouvera le Privilege dans les Volumes précédents.

AVIS AU RELIEUR.

Les planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant elles puissent sortir entièrement du Livre , & se voir à droite , dans l'ordre qui suit.

TOME SIXIEME.

	<i>Pages.</i>	<i>Planches.</i>
XVIII. LEÇON.	8	I
	12	2
	44	3
	62	4
	74	5
	96	6
	144	7
XIX. LEÇON.	176	I
	184	2
	194	3
	210	4
	228	5
XX. LEÇON.	250	I
	310	2
	338	3
	350	4
	382	5
XXI. LEÇON.	468	I
	486	2
	504	3
		LEÇONS



LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.



XVIII. LEÇON.

*Sur les mouvements des Astres &
sur les Phénomènes qui en ré-
sultent*



PRES avoir traité de la lu-
miere dans les deux dernie-
res Leçons, il convient de
donner dans celle-ci une
idée des corps célestes qui
en sont comme la source principale, &
de faire connoître les diverses révolu-
tions, soit réelles, soit apparentes,
qui nous les montrent successivement
sous différentes phases, & en diffé-

XVIII.
LEÇON.

Tome VI.

A

2 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

rents lieux du Ciel. Rien assurément n'est plus digne de notre curiosité que ce brillant spectacle, que la nature fait éclater nuit & jour à nos yeux ; il est si beau , il est si magnifique , & le globe que nous habitons en est une si petite partie , qu'en y réfléchissant , un homme modeste n'oseroit croire qu'un si grand appareil ait été fait uniquement pour lui & pour ceux de son espece.

Quel dut être l'étonnement de la créature raisonnable , qui apperçut pour la première fois tant de merveilles autour d'elle ! Avec quel intérêt , avec quelle attention les premiers habitants de la terre ne durent-ils pas remarquer la variété de tous ces grands luminaires , leurs disparitions , leurs retours , l'accroissement & la diminution successive des uns , la splendeur constante & inaltérable des autres ! Faut-il s'étonner que l'Astronomie soit aussi ancienne que le monde ; que nous devions les premiers éléments de cette science à des gens grossiers , & qui n'avoient probablement pour toute disposition à cette étude , que beaucoup de loisir , &

la nécessité de passer la nuit dans les champs ? (a)

La curiosité seule auroit fait sans doute des Astronomes : mais l'inspection des astres & la connoissance de leurs mouvements, offroient aux hommes un avantage précieux, qu'ils ne pouvoient avoir autrement ; elles leur offroient un moyen commode de mesurer la durée de leur vie & celle de tout ce qui se passe dans la nature ; les heures, les jours, les mois, les années, les siècles, &c ; ne sont autre chose que des portions de temps indiquées, mesurées par les révolutions périodiques du soleil, de la lune, des étoiles, &c ; sans cela tous ces mouvements artificiels que nous nommons *Horloges*, ne nous seroient presque d'aucune utilité, parce que n'étant justes que par imitations, ils ne le seroient plus, s'ils n'avoient point de modeles.

(a) On croit communément que ce furent les bergers de Chaldée, qui commencerent à observer le Ciel avec méthode ; ils y furent invités par la beauté de l'objet ; & la nécessité de veiller à leurs troupeaux parqués pendant la nuit, leur en offrit l'occasion & le loisir.

Enfin la grandeur majestueuse du firmament, la magnificence & l'harmonie qui regnent dans toutes ses parties, sont autant de prodiges qui nous rappellent sans cesse la profonde sagesse & la toute-puissance du Créateur, & qui nous invitent à le reconnoître & à le glorifier : *Cæli enarrant gloriam Dei, &c.*

Ce n'est point un Traité d'Astronomie que j'entreprends de donner ici : nous en avons qui sont écrits en Français & de main de maîtres (a) ; j'y renvoie ceux qui se destinent à être Astronomes de profession, ou qui voudront s'instruire plus amplement de ce qui concerne le Ciel, & apprendre les différentes méthodes par lesquelles on acquiert & l'on perfectionne cette science : je n'ai en vue pour le présent que les personnes du monde à qui il convient de savoir ce qu'il y a de plus commun.

(a) *Eléments d'Astronomie*, par feu M. de Cassini, 1740.

Institutions astronomiques, par M. Lémonnier, 1746.

Leçons élémentaires d'Astronomie, par feu M. de la Caille, 1761.

EXPÉRIMENTALE. 5

& de plus intéressant dans cette matière, & qui n'ont pas le loisir ou la commodité de puiser ces connoissances dans les sources.

XVIII.
LEÇON.

Je supposerai cependant que l'on connoît les principaux cercles de la sphere céleste, leur correspondance avec ceux qu'on a imaginés pour diviser la surface de la terre, les degrés de longitude & de latitude, &c. parce que ce sont autant de connoissances qu'on ne manque guere de faire entrer dans la premiere éducation, & que l'on trouve dans tous les traités les plus élémentaires de Géographie.

ATTRIBUER aux corps célestes, des grandeurs, des positions, des distances, des mouvements tels qu'on en puisse tirer une explication plausible de tous les changements périodiques qu'on observe dans le Ciel, voilà ce qu'on appelle faire un système astronomique : il est à présumer que les premiers Observateurs ont été tentés d'en faire, & qu'on en a fait beaucoup avant que d'en trouver un qui pût s'accorder passablement avec les observations, &

Système
astronomique.

6 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

avec les idées que les Physiciens avoient conçues des ressorts de la nature ; & comme par succession de temps les uns & les autres ont acquis de nouvelles connoissances , tel systême astronomique avoit pu paroître d'abord très-heureusement imaginé , qui par la suite s'est trouvé fort défectueux , soit parce qu'il ne quadroit plus avec les nouveautés qu'on découvroit de jour en jour , soit parce qu'il supposoit des choses dont on avoit reconnu l'impossibilité.

Tel fut , par exemple , celui qu'on attribue à Ptolomée (*a*) , qui prenant toutes les apparences pour des réalités , faisoit tourner les Cieux en 24 heures autour de la terre , mouvement dont la rapidité a paru presque inconcevable & hors de vraisemblance quand les distances des Astres à la terre ont été mieux connues. (*b*)

(*a*) Célèbre Mathématicien du deuxième siècle , qui vivoit en Egypte.

(*b*) Un corps qui tourne réellement autour d'un centre , fait par chaque révolution un trajet dont l'étendue égale plus de six fois celui qu'il auroit à faire pour aller directement au centre de sa circulation ; d'où il suit que si la

Je regarde comme une chose inutile de rappeler ici les hypothèses de cette espèce, qui sont tombées en discrédit, & de rapporter les raisons qui les ont fait rejeter : je m'arrêterai tout d'un coup à celle qui convient le mieux à mon dessein, & qui est généralement reçue aujourd'hui. Je suivrai la doctrine de Copernic (a), perfectionnée par Kepler & par les Astronomes de nos jours ; & pour la rendre plus sensible, & représenter plus aisément les différents mouvements qu'on attribue aux

distance du corps *A* au point *C*, (fig. 1) est grande, & que la durée de la révolution entière soit petite, comme cela est pour la plupart des Astres, la circonférence *ABD*, qu'il a à décrire, exige de lui qu'il se meuve avec une rapidité excessive & peu naturelle, qu'on ne doit point supposer quand on peut s'en passer.

(a) Grand Mathématicien né à Thorn dans la Prusse royale, sur la fin du quinzième siècle. Il n'est pas le premier inventeur du système qu'il a publié : fort long-temps avant lui on avoit pensé à faire tourner toutes les planetes autour du Soleil ; mais il a perfectionné ces idées ; & après lui Kepler, autre Astronome Allemand, & Galilée, Philosophe Italien, y ont fait encore beaucoup d'améliorations.

8 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

Plané-
taire ou
Orrerie.

corps célestes , je ferai usage d'un instrument que je nomme *Planétaire* , & que j'ai imité des *Orreries* (a) des Anglois : c'est une espece de tambour à douze faces ou côtés (*fig. 2 ,*) dans l'intérieur duquel est un assemblage de roues & de poulies , que l'on met en jeu par le moyen d'une manivelle.

Le dessus de ce tambour est une platine de métal ordinairement peinte en bleu ; elle est mobile sur son centre , qui est traversé par une tige d'acier forée , longue d'un pouce & demi ou environ , & revêtue de deux canons de cuivre , l'un plus court que l'autre.

Ces deux canons qui tournent librement l'un dans l'autre & sur la tige d'acier , reçoivent successivement différentes pieces qui sont mises en mouvement par le rouage mentionné ci-dessus.

(a) Le feu Docteur Desaguilliers , qui faisoit construire de ces instruments pour les amateurs , m'a dit qu'il les nommoit ainsi , parce que Milord Orreri , Seigneur Anglois , qui avoit du goût pour l'Astronomie , étoit un des premiers qui en eût fait faire , & qui les avoit mis en vogue.

Fig. 3.

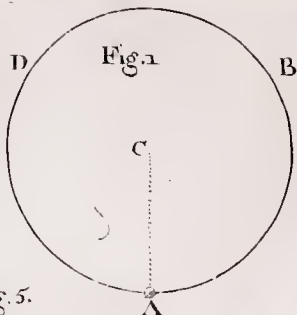
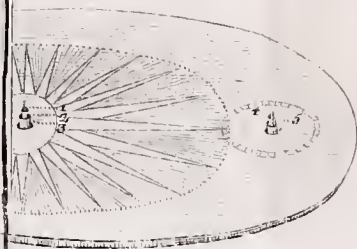


Fig. 5.

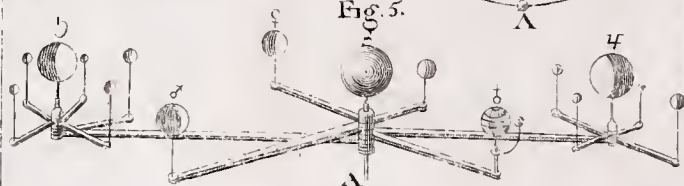
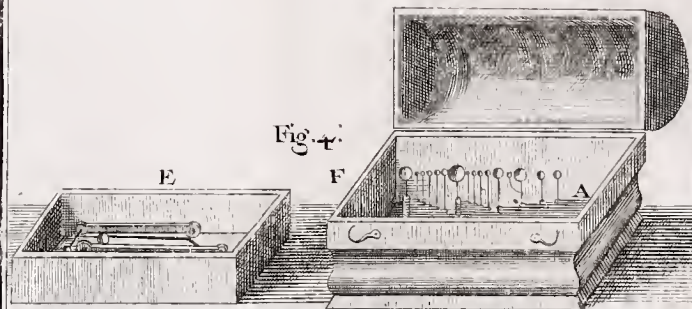
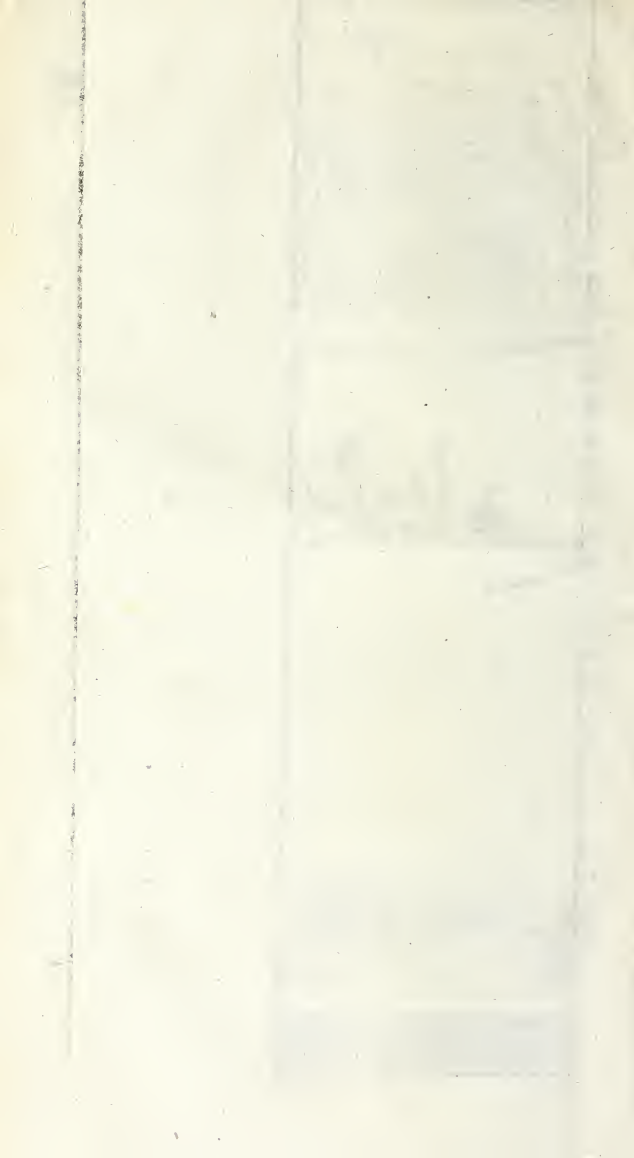


Fig. 6.





Vers le bord de la grande platine est un cercle divisé en autant de parties qu'il y a de jours au mois de la Lune, & au centre duquel passe encore une tige d'acier, autour de laquelle se meut librement un canon de cuivre. La tige & le canon reçoivent certaines pieces dont nous parlerons par la suite ; & leur communiquent des mouvements, quand on fait tourner la platine. Voyez la *Fig. 3*, qui représente 1, la tige d'acier forée au centre de la platine bleue : 2 le canon qui recouvre immédiatement cette tige : 3 le canon extérieur : 4 la tige qui est au centre du cercle lunaire : 5 le canon qui recouvre environ la moitié de la longueur de cette tige.

La platine bleue tourne horizontalement dans un grand cercle qui forme le bord du tambour ; ce cercle a un pouce $\frac{1}{2}$ de largeur, & porte deux divisions, l'une de 360 parties, avec les 12 signes du Zodiaque, & l'autre de 365 parties, avec les 12 mois de l'année.

Ce premier cercle est surmonté de deux autres tout-à-fait semblables &

10 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.
élevés parallèlement au-dessus de lui ;
à la distance de 8 degrés chacun ,
pour comprendre toute la largeur de
cette Zone du Ciel étoilé , qu'on nom-
me le *Zodiaque* , celui du milieu re-
présentant l'*Ecliptique*.

Les trois cercles sont percés d'un
trou rond chacun au signe du Bélier ,
& c'est par-là qu'on fait descendre
la tige de la manivelle sur un quarré
qui débordé un peu le plan du second
cercle , pour faire tourner la grande
platine.

Quand on veut faire tourner les
canons 2 & 3 qui sont au centre ,
avec les pieces dont ils sont chargés ,
on fait entrer la tige de la manivelle
dans un trou pratiqué à celui des cô-
tés du tambour où est peint le signe
du Bélier , & quand on a pris la pré-
caution de faire répondre une mar-
que * qui est au bord de la platine
bleue justement à une pareille marque
qui est au bord intérieur du premier
grand cercle , la tige de la manivelle
entre sur un quarré qui se présente à
elle , & par lequel elle mene le
rouage.

Toutes les pieces qui dépendent

de cette machine sont renfermées dans un coffret *E, F* (*figure 4*) & distinguées par des lettres : nous les ferons connoître à mesure que nous aurons occasion de les mettre en usage.

XVIII.
LEÇON.

Dans cette machine , comme dans toutes celles qui ont été faites jusqu'à présent pour représenter les mouvement des corps célestes , il n'a pas été possible d'observer les proportions de grandeurs ni de distances ; pour y suppléer en quelque façon , j'ai fait peindre les planetes principales & le soleil sur la grande platine , avec leurs grandeurs relatives ; & les satellites de Jupiter & de Saturne , avec leurs orbites proportionnées.

Je ne puis m'empêcher de remarquer ici que le Planétaire dont je fais usage , a un avantage très-considérable sur les Spheres mouvantes qu'on a faites en France & ailleurs depuis 50 ou 60 ans. Dans celles-ci , on s'est piqué de représenter tout à la fois , & de faire voir d'un coup d'œil tout le système céleste en mouvement. C'est une chose agréable & curieuse pour quiconque l'entend

XVIII.
LEÇON.

& le connoît déjà : mais un instrument qui exécute en particulier chaque espèce de mouvement & de révolution , & qui ne met sous les yeux du spectateur que ce qu'on a dessein de lui faire comprendre , me semble plus utile pour rendre sensibles les premiers principes d'Astronomie à ceux qui n'en ont encore aucune notion , & qui ont peine à les saisir quand leur attention se trouve partagée : c'est précisément ce que l'on trouve dans celui-ci , & l'expérience de 30 années m'a prouvé que cet avantage est réel.

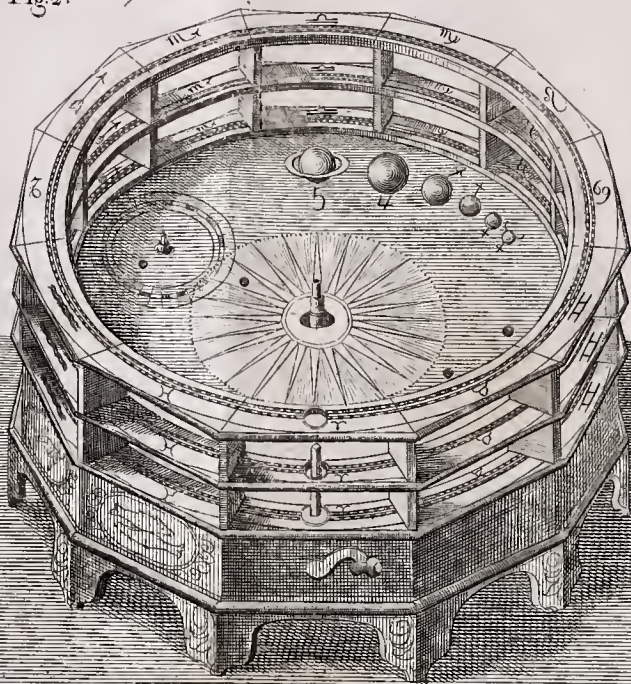
I. SECTION ,

Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomènes célestes , selon le système de Copernic.


PREMIERE OPÉRATION.

AYANT placé le Planétaire sur une table dans un lieu éclairé , prenez dans le coffret la pièce *A* ,

Fig. 2.





qui est représentée séparément par  la *fig. 5* ; faites entrer sa tige de fer dans la broche forée qui est au centre de la platine bleue ; dirigez toutes les branches vers différentes parties du Zodiaque, & tournez les boules de façon que tous les hémisphères blancs regardent la boule dorée qui est au centre.

XVIII.
LEÇON.

Imaginez alors que vous avez sous les yeux une coupe diamétrale de notre Univers ; que de tout le Ciel des étoiles, on n'a réservé que cette bande, qu'on nomme le *Zodiaque*, le reste des deux hémisphères étant supprimé ; que le Soleil, représenté par la boule dorée *S*, occupe le centre de ce vaste espace ; qu'autour de lui & à différentes distances, tournent toutes les planetes : savoir, Mercure, Vénus, la Terre, la Lune, Mars, Jupiter & Saturne, avec leurs Satellites.

Vous reconnoîtrez ces planetes à leurs caractères, & vous imiterez leurs différentes révolutions, en faisant tourner avec la main les branches de cuivre qui les portent ; de sorte que si elles laissoient des traces

14 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON. de leur mouvement , vous auriez
fix cercles concentriques autour de
la boule dorée , 1 autour de la
Terre , 4 autour de Jupiter & 5 au-
tour de Saturne. Voyez la *fig. 6. (a)*

A P P L I C A T I O N S .

CETTE représentation , toute imparfaite qu'elle est , aidera beaucoup une personne qui n'est point initiée , à comprendre ce que nous avons à dire de la nature , du nombre , de la figure , de la grandeur , des phases , des positions respectives , des mouvements de tous les corps célestes.

Nous devons distinguer deux sortes d'astres : les uns lumineux par eux-mêmes brillent de toutes parts & illuminent tout ce qui les environne , jusqu'à une certaine distance ; tel est le soleil , telles sont les étoiles qu'on appelle *fixes*. Les autres

(a) Ceci ne doit être pris que comme une esquisse grossière ; nous verrons par la suite que les révolutions des planètes ne se font point dans des cercles concentriques , pas même dans des cercles.

sont des corps opaques , comme la terre que nous habitons , & ne deviennent lumineux qu'en réfléchissant la lumière qui leur vient d'un autre astre. C'est pour cela que nous représentons ici le soleil par une boule dorée dans toute sa surface ; & les planetes , par d'autres boules moitié noires & moitié blanches , pour signifier qu'elles ne sont lumineuses que par celui de leurs hémispheres qui est tourné directement vers le soleil.

XVIII.
LEÇON.

Les étoiles s'appellent fixes : ce n'est point qu'elles soient absolument immobiles ; elles ont au moins des mouvements apparents , puisque nous les voyons tous les jours se lever & se coucher , &c. ; mais c'est que toutes leurs révolutions se font sans qu'elles changent de position , respectivement les unes aux autres : considérez les 7 étoiles qu'on nomme le *charriot* ou la *grande ourse* , elles sont toujours arrangées de la même manière ; il en est de même des autres.

Planete signifie *astre errant* : ce n'est pas pour faire entendre que les planetes n'ont point de mouvement ré-

~~glé~~, ni qu'elles se meuvent au hazard ;
 XVIII. on les a nommées ainsi , par opposi-
 LEÇON. tion aux étoiles , qui , comme nous
 l'avons dit , marchent toutes ensem-
 ble d'un mouvement commun ; au
 lieu que celles-ci changent conti-
 nuellement d'aspects entr'elles , les
 unes allant plus vite que les autres ,
 & faisant leurs révolutions entieres en
 moins de temps.

En considérant le Ciel pendant
 une belle nuit , nous croyons voir
 toutes les étoiles attachées à une
 voûte bleue ; & il nous semble que
 la terre sur laquelle nous sommes ,
 est justement au centre de ce vaste
 hémisphere : il y a pourtant bien à
 rabattre de ces apparences.

Ces astres , qui nous paroissent fixés
 à la concavité d'une même sphere ,
 il faut croire qu'ils sont placés à dif-
 férentes distances de nous , dans la
 profondeur immense de l'espace créé ;
 & c'est probablement une des raisons
 par lesquelles les uns nous semblent
 plus petits que les autres.

L'espace qui est entre deux étoi-
 les n'offrant à nos yeux aucun corps
 éclairé ni éclairant , devrait nous pa-
 roître

roître parfaitement noir , comme il arrive lorsque nous regardons dans un trou très-profond d'où il ne vient aucune lumière. Si le Ciel nous paroît bleu , ce n'est pas lui qui est cause de cette apparence , c'est notre atmosphère ; c'est ce fluide composé d'air & de vapeurs , qui se fait apercevoir , en réfléchissant vers nos yeux des rayons de lumière qui n'ont point la force de percer son épaisseur : ceci demande d'être expliqué un peu davantage.

XVIII.
LEÇON.

Couleur
bleue du
Ciel.

La lumière telle qu'elle nous vient des astres , est composée de rayons de différentes couleurs , comme nous l'avons prouvé d'après Newton ; & parmi ces différentes espèces de lumières , les plus foibles , les plus réfléchibles sont celles qui nous font voir les objets bleux & violets. La lumière des astres réfléchie par la surface de la terre , se jette dans l'atmosphère , en reprenant la route du Ciel ; mais comme ce fluide qui nous enveloppe de toute part , a une épaisseur considérable , il n'y a que les rayons les plus forts , tels que les rouges , les jaunes , & peut-être les

18 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

verts , qui la traversent entièrement ; les bleux & les violets , trop foibles pour avoir le même fort , sont renvoyés vers la terre par le fluide même , qu'ils n'ont pu percer , & nous le font voir sous la couleur qui leur est propre.

Si l'on trouve que cette explication ait besoin d'être soutenue par quelque exemple , entre plusieurs que je pourrois citer , j'en choisis un que tout le monde peut observer : si vous rencontrez une piece d'eau bien claire , profonde de douze à quinze pieds , & dont le fond soit brun ou noir , elle vous paroîtra toujours d'un bleu violet. Cet effet est si marqué , que quoique je m'y attendisse , je n'ai pu m'empêcher de puiser de pareille eau dans un verre à boire , pour m'assurer qu'elle ne contenoit aucune matiere étrangere qui lui pût donner cette teinte. De tous les rayons de lumiere qui pénètrent dans une pareille masse , il n'y a que les ronges , les jaunes , &c. qui arrivent au fond , & qui n'en reviennent point , si ce fond est de nature à les éteindre : les bleux , les violets ,

&c. qui ne vont point jusques-là, sont renvoyés vers l'œil du spectateur.

XVIII.
LEÇON.

Quand l'air est chargé de brouillard , le soleil & la lune nous paroissent rouges , parce que de tous les rayons de lumiere que ces deux astres nous envoient , il n'y a alors que les plus forts qui percent jusqu'à nous. En pareil cas , notre globe , avec son atmosphère , doit paroître d'une couleur pâle & tirant sur le bleu , aux habitants de la Lune , s'il y en a.

Si nous nous croyons au centre de toutes ces étoiles qui nous entourent , & qui forment , par leur assemblage , ce que nous appelons *le Ciel* ou *le Firmament* , c'est qu'elles environnent un espace si prodigieusement étendu , que la distance qui nous sépare du vrai centre de cet Univers , ne doit être comptée presque pour rien , quoique , suivant l'estimation commune , elle excède 30 millions de nos lieues de France.

Pour aider le Lecteur à comprendre ceci , faisons une supposition ; imaginons qu'un homme est dans une plaine bien découverte & très-

vaſte , au milieu d'un pays planté d'arbres , qu'il puiſſe compter ou diſtinguer les uns des autres. Quand les contours de cette plaine formeroient toute autre figure que celle d'un cercle , cet homme , ſ'il n'a point d'ailleurs quelque raiſon de penſer autrement , ſera naturellement porté à croire que tous ces objets qu'il apperçoit au loin & tout autour , terminent un eſpace circulaire , dont il occupe le centre : il ſe le perſuadera , quand même il ſeroit à un quart de lieue de ce point central ou il croit être. Il penſera auſſi que tous les arbres qu'il apperçoit au-delà de cette plaine , ſont à égales diſtances de lui , quoique les uns ſoient peut-être de deux ou trois cens pas plus reculés que les autres. Enfin ſ'il voit dans le lointain un autre homme entre les arbres & lui , il croira volontiers que cet homme eſt comme eux à l'extrémité de la plaine , quand il ſ'en faudroit de beaucoup. Et ſi au lieu d'un homme , il en voit deux à des diſtances inégales , de lui , il ne pourra pas dire lequel des deux eſt le plus éloi-

gné , à moins qu'en cheminant , l'un ne passe pardevant ou parderrière l'autre. L'expérience familiere & commune de tous ces effets , doit donc nous faire penser que les étoiles étant si loin de nous , c'est par l'impossibilité où nous sommes de connoître leur distance absolue , & leurs différents degrés d'éloignement , que nous attribuons la figure sphérique à l'espace qu'elles renferment entr'elles , & que nous les croyons toutes appliquées à une même surface.

Mais comme ces étoiles sont fixes , c'est-à-dire , qu'elles ne changent point de positions respectives entr'elles , & que l'œil est sûr d'en rencontrer dans tout le contour des cieux , si l'on fait bien les distinguer les unes des autres , elles peuvent servir au spectateur , qui est censé être au centre de l'Univers , à mesurer la marche des astres intermédiaires , à reconnoître ceux qui vont plus vite ou plus lentement , ceux qui sont plus près ou plus éloignés. On voit par-là que l'Astronomie a dû commencer par la connoissance de ce qui concerne les étoiles fixes.

22 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

Conf-
tella-
tions.

S'il n'y avoit eu qu'un petit nombre d'étoiles , on les auroit distinguées toutes par des noms propres ; & l'on se feroit assuré de la position de chacune , en mesurant , suivant les regles de la Trigonométrie sphérique , tous les arcs du Ciel qu'elles comprennent entr'elles , ou , ce qui revient au même , en déterminant leurs degrés de longitude & de latitude. Mais le premier catalogue qu'on en fit , il y a près de 1900 ans (*a*) , en contenoit 1022 , & il ne les contenoit pas toutes à beaucoup près. Il parut donc que c'étoit une chose trop pénible que d'imposer tant de noms , encore plus de les retenir dans sa mémoire ; & la détermination du lieu de chaque étoile , étoit un ouvrage de longue haleine , sujet à révision , & qui ne pouvoit se faire & se perfectionner qu'avec beaucoup de temps.

Ces considérations porterent les premieres Astronomes à partager toutes les étoiles connues en plusieurs groupes ou assemblages , que l'on

(*a*) Hipparque , qui a le premier construit un catalogue des étoiles fixes , vivoit plus de 1000 ans avant la naissance de Jesus-Christ.

nomma *Constellations*, & à qui l'on donna les noms & les figures de divers personnages célèbres, & même de plusieurs animaux, instruments ou machines, que la fable avoit transportés au Ciel. (a)

XVIII.
LEÇON.

Ptolomée en forma 48; savoir, 12 autour de l'écliptique, 21 dans la partie septentrionale, & 15 dans la partie méridionale du Ciel.

Les constellations qui entourent l'écliptique, & qui remplissent cette Zone du Ciel qu'on nomme le *Zodiaque*, sont.

Le Bélier.	♈	La Balance.	♎
Le Taureau.	♉	Le Scorpion.	♏
Les Gémeaux.	♊	Le Sagittaire.	♐
l'Écrevisse.	♋	Le Capricorne.	♑
Le Lion.	♌	Le Verseau.	♒
La Vierge.	♍	Les Poissons.	♓

CONSTELLATIONS de l'Hémisphere septentrional.

La petite Ourse. | La grande Ourse.

(a) L'origine de tous ces noms, qui ont passé de l'antiquité jusqu'à nous, est un point d'érudition assez curieux, mais sur lequel je ne puis m'arrêter; on peut voir ce qu'en dit M. Pluche dans son *Hist. du Ciel*, &c.

24 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.	Le Dragon.	Le Cocher.
LEÇON.	Céphée.	Le Serpentaire.
	Le Bouvier.	Le Serpent.
	La Couronne Bo- réale.	La Fleche.
	Hercule.	L'Aigle.
	La Lyre.	Le Dauphin.
	L'Oiseau ou le Cygne.	Le petit Cheval.
	Cassiopee.	Pégase.
	Perfée	Andromedes.
		Le Triangle.

CONSTELLATIONS de l'Hémisphere méridional.

La Baleine.	La Coupe.
Orion.	Le Corbeau.
Le Fleuve Eri- dan.	Le Centaure.
Le Lievre.	Le Loup.
Le grand Chien.	L'Autel.
Le petit Chien.	La Couronne Mé- ridionale.
Le Navire.	Le Poisson Auf- tral.
L'Hydre.	

Mais toutes les étoiles connues n'ayant pu être comprises dans ces figures, celles qui se sont trouvées dehors, se sont nommées étoiles *informes*.

La Navigation a procuré aux Astronomes modernes le moyen d'aller observer les parties de l'hémisphère austral, que les anciens n'avoient point connues, & que nous aurions ignorées nous-mêmes, parce qu'un grand nombre de ces étoiles ne paroissent jamais sur l'horizon en Europe. Cela fit ajouter aux 48 constellations de Ptolomée les 12 suivantes.

Le Paon.	Le Caméléon.
La Grue.	La Mouche.
Le Toucan.	L'Oiseau de Paradis.
Le Phénix.	Le Triangle Austral.
La Dorade.	L'Indien.
Le Poisson Volant	
L'Hydre Mâle.	

L'invention des Lunettes contribua encore beaucoup à grossir le catalogue des étoiles, & à former de nouvelles constellations, même dans la partie septentrionale du Ciel; de sorte qu'au commencement de ce siècle, Flamsted, Astronome Anglois, avoit porté à 3000 le

~~nombre~~ nombre de celles dont les lieux étoient déterminés , & cela a été encore beaucoup augmenté depuis par l'exa^ct & infatigable Abbé de la Caille , qu'une mort prématurée vient de nous enlever , au grand dommage des sciences , & au grand regret de tous les honnêtes gens qui l'ont connu.

XVIII.
LEÇON.

Au commencement du dernier siècle , un Allemand nommé *Jean Bayer* , fit une chose ingénieuse & utile à ceux qui ont besoin de bien connoître le Ciel étoilé. Il publia des Cartes célestes , où les étoiles de chaque constellation sont désignées par des lettres grecques ou latines; de sorte , par exemple , qu'au lieu de cette périphrase , *l'Etoile de la seconde grandeur qui est à l'extrémité de la queue de la grande Ourse* , on dit simplement *l'Etoile _n de la grande Ourse* , &c.

Quoique le nombre des étoiles connues soit si grand , qu'on a été obligé de prendre toutes les mesures dont je viens de parler pour y mettre de l'ordre , & pour les reconnoître ; cependant si nous considérons que

Ton ne peut jamais voir que la moitié du Ciel à la fois ; que de toutes celles qu'on trouve sur les Catalogues, il y en a beaucoup qui ne s'apperçoivent qu'à l'aide des télescopes, nous serons obligés de convenir que dans la plus belle nuit, & avec le Ciel le plus découvert, la meilleure vue n'en peut compter 1200. Ce qui paroît incroyable ; car en pareil cas, il n'y a personne qui ne s'imagine en appercevoir des millions. Cette illusion, ou fausse apparence, vient probablement de ce que ces lumières vives & scintillantes, font des impressions trop fréquentes, & pour ainsi dire, trop serrées au fond de l'œil, pour faire naître des idées distinctes. Nous nous exagérons le nombre des objets, quand nous désespérons de pouvoir les compter.

J'ai déjà dit que toutes les étoiles ne nous paroissent point également grosses. Cette différence peut venir de leurs différents degrés d'éloignement, & c'est la raison la plus naturelle qu'on en puisse donner : mais il est possible aussi qu'elles different

28 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

réellement de grandeur entr'elles, ou que les unes soient de nature à briller davantage que les autres : que fait-on même si ces astres, au lieu d'être des globes, n'auroient pas une figure aplatie, avec un mouvement fort lent de rotation, qui nous présenteroit ceux-ci sous une plus grande face, ceux-là sous une plus petite ? on seroit tenté de le croire, quand on fait que quelques-uns d'entr'eux ont disparu pour un temps, & que quelques autres ont varié par leur grandeur apparente.

Quoi qu'il en soit, les Astronomes distribuent en six classes toutes les étoiles qu'on peut voir à la vue simple ; & ils en font encore deux ou trois de celles qu'on n'apperçoit qu'avec des lunettes. Plus ces instruments se perfectionneront, plus on doit s'attendre de voir augmenter ces dernières classes.

Les étoiles de la première grandeur ne sont point en grand nombre ; on les distingue presque toutes par des noms particuliers. *Sirius, Arcturus, Aldebaran, l'Epi de la Vierge,*

Procyon, Regulus, Antares, la Lyre, Fomahant, &c.

XVIII.
LEÇON.

Si nous en croyons nos sens, les planetes nous semblent aussi éloignées que les étoiles ; & nous les confondons avec elles , quand on ne nous a point appris à les distinguer. Pour ne s'y point tromper , il faut observer qu'une étoile brille par élancement, ce qu'on appelle mouvement de scintillation ; au lieu que la lumiere d'une planete est plus uniforme & plus tranquille : le télescope dépouille l'une & l'autre des rayons qui l'entourent ; mais il fait voir la planete plus grosse , & l'étoile plus petite qu'à la vue simple.

Outre les étoiles dont je viens de parler , on voit encore au Ciel & dans un éloignement aussi grand pour le moins que celui qu'on est obligé de leur attribuer ; on voit , dis-je , certaines petites taches blanchâtres qu'on nomme *Etoiles nébuleuses* , & une bande ou espece de ceinture d'une couleur laiteuse , qu'on a nommée pour cela *la voie lactée*. Les Astronomes en sont encore à savoir au juste ce qui cause ces ap-

parences : Galilée a dit de la dernière, que cet espace du Ciel où elle se fait remarquer, étoit rempli d'une infinité de petites étoiles, dont les lumières se confondent; & beaucoup d'Astronomes suivent encore cette opinion qui est assez probable.

Nous voyons le Ciel des étoiles fixes faire en 24 heures une révolution entière autour de nous, d'Orient en Occident; cependant nous devons croire qu'il est immobile: les mouvements que nous y remarquons ne sont que des apparences, qui résultent de la rotation de la terre sur son axe, & de sa révolution annuelle autour du Soleil, dont nous parlerons par la suite, & spécialement dans la seconde Section: un homme placé dans un bateau, au milieu d'un étang, pourroit s'imaginer que le rivage & tous les objets qui le bordent, tournent de gauche à droite autour de lui, si son bateau tournoit dans le sens contraire. La révolution diurne du Ciel étoilé n'est pas plus réelle que celle du rivage: c'est notre bateau qui tourne; c'est le lieu que nous habi-

tons sur la terre , qui nous transportant avec lui circulairement d'Occident en Orient , nous fait appercevoir successivement tout ce qu'il y a de visible à la voûte des Cieux.

XVIII.
LEÇON.

LE SOLEIL est un globe immense , sur la nature duquel nous n'avons aucune connoissance précise ni certaine. Il est la principale source de la chaleur qui anime notre monde , & de la lumière qui l'éclaire. Delà nous jugeons que ce peut être un amas de matieres embrasées depuis la création ; mais qui brûle apparemment sans se dissiper & sans s'obscurcir , puisque son activité & sa splendeur sont inaltérables , bien différent des autres feux qui ne subsistent que par de nouveaux aliments , & dont l'éclat se ternit presque toujours par le charbon & les vapeurs noires qu'ils produisent.

L'action de cet astre le plus beau , le plus utile , le plus nécessaire de tous ceux dont nous ressentons les influences , s'étend autour de lui à des distances immenses , de sorte qu'il est le centre d'une sphere d'activité , qu'on peut considérer comme

32 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV II.
LEÇON.

étant formée par une infinité de rayons divergents de tous les points de sa surface. Ainsi, soit que le Soleil éclaire, soit qu'il échauffe, son action sur les corps qui la reçoivent, est d'autant plus grande qu'ils sont plus près de lui; & quant à la proportion, elle est en raison inverse du quarré de la distance, comme nous l'avons fait voir en traitant de l'Optique. *

* Tom.
V, pag.
71.

Cet astre central a la figure d'un globe : s'il paroît à nos yeux comme un disque circulaire, c'est que dans un tel éloignement, rien ne nous fait sentir que les parties du milieu sont plus avancées vers nous que celles des bords; c'est que les lignes semi-circulaires qui forment sa convexité antérieure, se tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites. Voyez ce que j'ai dit de ces apparences, Tom. V, pag. 117 & 118. La même explication doit servir pour la pleine Lune, & pour les autres planètes qu'on regarde avec un télescope.

Le Soleil est d'une grandeur immense : son diametre, selon les ob-

servations les plus récentes & les plus exactes , égale plus de 90 fois celui de la terre , qu'on estime être de 3000 lieues. Les solidités des corps sphériques étant entr'elles comme les cubes de leurs diametres, il s'ensuit que celle du Soleil est environ 729000 fois plus grande que celle du globe terrestre.

XVIII.
LEÇON.

La grandeur apparente du disque solaire n'est pas constante ; on la voit varier comme celle de la Lune , à mesure que ces astres s'élèvent au-dessus de l'horizon après leur lever , ou lorsqu'ils en approchent pour se coucher : nous en avons indiqué les raisons ailleurs. * Mais cette même grandeur varie encore , parce que ces astres sont tantôt plus , tantôt moins éloignés de la terre ; ce qui fait que d'un temps à l'autre , les angles sous lesquels nous les appercevons , sont plus ou moins grands : j'expliquerai ceci plus particulièrement en parlant des mouvements de la terre.

* *Tom.*
V, pag.
137

Quoiqu'il n'y ait rien dans les Cieux de comparable pour l'éclat à la splendeur du Soleil , elle n'est

34 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

pourtant pas si pure , qu'on ne remarque de temps en temps quelques taches sur cet astre. Galilée (d'autres disent le P. Scheine , Jésuite) fit cette découverte , il y a environ cent cinquante ans : l'imagination des Physiciens travailla aussi-tôt pour deviner la cause de ces phénomènes ; mais il n'en résulta que des conjectures à peine vraisemblables , & qui ne méritent guere d'être rapportées ici.

Les Astronomes en tirèrent un meilleur parti ; ils observerent que ces taches , tant qu'elles durent , (car elles ne subsistent pas toujours) cheminent du bord oriental du Soleil vers son bord occidental , qu'elles disparoissent alors , & qu'après un certain intervalle de temps , elles reparoissent pour recommencer la même route : cela fit penser d'abord que ce pouvoient être des corps opaques , quelques planetes qui feroient des révolutions comme les autres , & fort près du Soleil ; mais ces soupçons se dissipèrent parce qu'on remarqua ; premièrement que la même tache paroît toujours plus étroite

vers les bords de l'astre que quand elle se trouve plus avancée vers le milieu. Secondement, que le temps qu'elle met à revenir est à très-peu près égal à la durée de son apparition. On en conclut & avec raison que les taches du Soleil sont plates & non sphériques, & qu'elles tiennent à la surface même de l'astre ; car si c'étoit des globes détachés, comme Mercure ou Vénus, de la terre supposée au point *T* (*fig. 7*), on les verroit toujours sous le même angle, soit qu'elles répondissent au milieu du globe solaire *S*, soit qu'elles tournassent vers les bords ; & la partie *AB* de leur révolution, pendant laquelle on les verroit passer sur le Soleil, seroit plus courte que l'autre *BCA*, pendant laquelle on les perd de vue. On apprend par ces observations & par ces raisonnements, que le Soleil, qu'on croyoit immobile au centre de l'Univers, tourne sur lui-même dans l'espace de 25 jours & demi.

Cette étendue immense, dont le Soleil occupe le centre, & qui est terminée par le Ciel des étoiles fixes,

36 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVII
LEÇON.

est remplie par un fluide très-subtil ; & de nature à transmettre l'action des corps lumineux , comme nous l'avons dit en parlant de la propagation de la lumière , au commencement de la XV^e Leçon. C'est dans cette matiere éthérée que flottent à différentes distances du Soleil , ces autres astres qu'on nomme *Planetes* , & qui ne sont visibles que par la lumière qu'ils reçoivent , & qu'ils réfléchissent vers nous. Comme ces corps , à cause de leur figure sphérique , ne peuvent jamais recevoir la lumière du Soleil que sur la moitié de leur surface , nous les perdons de vue toutes les fois que cette partie illuminée n'est pas tournée vers nous en tout ou en partie.

Planetes
du premier &
du second
ordre.

ON DIVISE les planetes connues en deux classes. Celles de la premiere classe se nomment *Planetes primitives* ou *principales* : elles sont au nombre de six : savoir , *Mercury* , *Vénus* , *la Terre* , *Mars* , *Jupiter* & *Saturne*.

Celles de la seconde classe s'appellent *Planetes secondaires* , *Satellites* ou *Lunes* : on en compte dix ; savoir , une qui appartient à la terre ,

& qui porte spécialement le nom de *Lune*; quatre qui accompagnent Jupiter, & cinq qui sont autour de Saturne.

Ces neuf dernières ne se distinguent que par leur rang : celle qui est plus prochaine de la planète primitive, s'appelle premier Satellite ; les autres se nomment second, troisième, quatrième, &c. selon leurs degrés d'éloignement.

Saturne, outre ses cinq satellites, est encore entouré d'une espèce d'anneau, que la plupart des Astronomes imaginent être formé par un amas de matière opaque de la nature des planètes. Voyez *G H*, (*fig. 6.*)

Toutes les planètes, tant du premier que du second ordre, diffèrent de grosseur entr'elles : Mercure est la plus petite des planètes primitives ; il est à la terre à peu près dans le rapport de 64 à 1000 ; & Jupiter, qui est la plus grosse de toutes, est estimé 2000 fois plus gros que la terre. (*a*)

(*a*) Quand on parle de la grosseur d'un astre, cela s'entend de sa solidité, qui est comme le cube du diamètre ; s'il s'agit de la grandeur, c'est par le diamètre qu'on en juge. Dans

38 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

J'ai dit ci-dessus que les planetes étoient à différentes distances du Soleil. Celle qui en approche le plus, c'est Mercure ; les autres en sont plus éloignées suivant cet ordre , Vénus , la Terre avec la Lune , Mars , Jupiter avec ses satellites , Saturne avec les siens & son anneau. Delà vient la distribution qu'on en fait, par rapport à la terre, en *planetes supérieures*, & *planetes inférieures*. On donne le premier nom à Saturne , à Jupiter & à Mars ; & le second , à Vénus & à Mercure.

Il y a apparence que tous ces globes ont pris dans l'espace des Cieux, les places qui convenoient aux forces résultantes de leurs masses : si quelques-uns d'entr'eux paroissent déroger à cette règle (car Jupiter est plus gros que Saturne , & Mars est plus petit que la Terre) , on peut dire qu'étant d'une matière plus ou moins compacte , leurs masses ne répondent point toujours à leurs volumes.

le cas présent , il faut dire que les diamètres de Jupiter, de la Terre, & de Mercure, sont entr'eux comme les nombres 137, 10 & 4.

Mais les masses seules n'auroient pas produit cet arrangement ; elles ont été aidées par le mouvement de circulation que les fix planetes primitives ont autour du Soleil , & les dix autres autour de leurs planetes principales.

XVIII.
LEÇON.

Chaque planete du premier ordre tourne donc autour de l'astre central , dans un espace de temps qui est toujours le même : & si elle a un ou plusieurs satellites , ils font le même mouvement autour d'elle , dans des temps réglés & proportionnés à leurs degrés d'éloignement : c'est-là ce qu'on appelle *révolution périodique*. La courbe rentrante qui en résulteroit dans le Ciel , si l'astre laissoit des traces de sa route , & que les Astronomes conçoivent & énoncent comme subsistante ; cette courbe , dis-je , est ce qu'on appelle *orbite*.

Sur ce pied-là , il faut imaginer qu'un spectateur placé au centre de l'univers , verroit chacune des fix planetes principales , s'avancer d'un mouvement presque uniforme de droite à gauche , & répondre successive-

40 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON. ment à ces douze constellations qui forment , comme on l'a dit plus haut , le Zodiaque ; car premièrement elles suivent toutes l'ordre de ces signes d'Occident en Orient ; & en second lieu , leurs orbites terminent des plans qui passent par le centre du Soleil , & dont les circonférences ne s'écartent pas de l'écliptique au-delà de 8 degrés , soit en s'abaissant au-dessous , soit en s'élevant au-dessus.

Il n'en seroit pas de même des satellites ; l'Observateur n'ayant pas l'œil suffisamment élevé au-dessus des plans de leurs orbites , il les verroit aller comme en ligne droite , tantôt d'Orient en Occident , & passant devant la planète à laquelle ils appartiennent , & ensuite d'Occident en Orient , & passant derrière. (a)

Toutes ces révolutions périodiques se font dans des espaces de temps qui different beaucoup les uns des autres. Mercure emploie environ trois mois à la sienne ; Vénus en met un peu plus de six ; la durée de

(a) Voyez la raison de ces apparences , Tom. V , pag. 128 & suiv.

de celle de la Terre, est ce que nous appelons l'Année ; Mars acheve sa révolution en deux ans ; Jupiter en douze , & Saturne en trente. (a)

Des dix planetes secondaires , il n'y a que notre Lune qui soit connue de tout temps ; la découverte des neuf autres est due à l'Astronomie moderne , & à l'invention des lunettes. Galilée seul , en profitant le premier de ces nouveaux instrumens , a fait connoître les 4 de Jupiter. Celles de Saturne , plus difficiles à observer , ont été apperçues successivement par différents Astronomes.

La révolution de la Lune autour du globe terrestre , se fait en 27 jours & un tiers à peu près : c'est ce qu'on nomme *le mois lunaire*. Il résulte de ce mouvement combiné avec ceux de la terre , plusieurs choses très-remarquables dont je ferai mention par la suite : je me contenterai d'observer ici que toutes

(a) J'exprime tout ceci en nombres ronds , pour éviter des fractions dont la plupart de mes Lecteurs peuvent se passer , & qu'ils auroient peine à retenir.

les lunes ou fatellites , changent continuellement de *phases* (a) , par rapport aux autres planetes , parce que leurs hémispheres illuminés , se présentent à elles tantôt plus , tantôt moins directement ; au lieu que si on les regardoit de l'endroit où est le centre du Soleil , on les verroit toujours pleines : ce qui est très-aisé à comprendre , quand on jette les yeux sur toutes les parties blanches des petites boules qui les représentent dans notre planétaire artificiel.

Les fatellites , & principalement ceux de Jupiter , ont été d'un grand secours pour perfectionner la Géographie : comme les révolutions de ces petits astres s'achevent en peu de temps (car le premier fatellite de Jupiter fait la sienne en 42 heures & demie à peu près) , ils s'éclipsent très-fréquemment & très-prompement en passant derrière leurs

(a) On appelle *Phases* , les différentes figures sous lesquelles nous voyons une planete , selon qu'elle nous montre plus ou moins de partie éclairée ; tels sont le croissant , le premier & dernier quartier , la pleine Lune , &c.

planètes primitives. Les immersions & émerfions font au Ciel autant de signaux que des Observateurs, placés en différens endroits fur la terre, peuvent appercevoir au même instant ; & l'on conclut la diftance des lieux en longitude , par la différence des heures auxquelles le même phénomène a été obfervé.

Supposons , par exemple , que le cercle *ABC* (*fig. 8*) , foit l'équateur terreftre : & que deux Observateurs placés l'un en *A* , l'autre en *B* , apperçoivent le fatellite *P* à l'inftant qu'il commence à fe cacher derrière la planète *U*. S'il eft alors onze heures à la pendule du premier , & deux heures à celle du fecond , la différence des temps fera trois heures ; comme le Soleil par fa révolution apparente parcourt en 24 heures les 360 degrés de longitude qui divifent l'équateur de la terre en parties égales , les trois heures dont il s'agit , répondent à 45 de ces degrés , & apprennent que les deux lieux où l'on a obfervé , font d'autant éloignés l'un de l'autre en longitude.

Les différentes diftances des fix

planètes primitives au Soleil ; & celles des satellites à leurs planètes principales , ne sont point en proportion avec le rang qu'elles tiennent ; c'est-à-dire , par exemple , que Jupiter qui est la 5^e planète en s'éloignant du Soleil , n'en est pas seulement cinq fois plus éloigné que Mercure , mais bien davantage , comme on le peut voir par la Figure 6^e ; & il en est de même de ses satellites , & de ceux de Saturne : chacune de ces distances n'est pas même constante pendant toute la durée d'une révolution. La planète se trouve tantôt plus près , tantôt plus loin de l'astre autour duquel elle se meut ; ce que j'expliquerai plus particulièrement par la suite. Mais entre les deux extrêmes , il y a un terme qu'on nomme *la distance moyenne* , & c'est de celle-là dont il s'agit maintenant.

Képler a fait sur cela une découverte de la plus grande importance ; il a trouvé que les cubes de ces distances sont entr'eux comme les quarrés des temps périodiques ; de sorte que si l'on fait combien deux

Fig. 6.

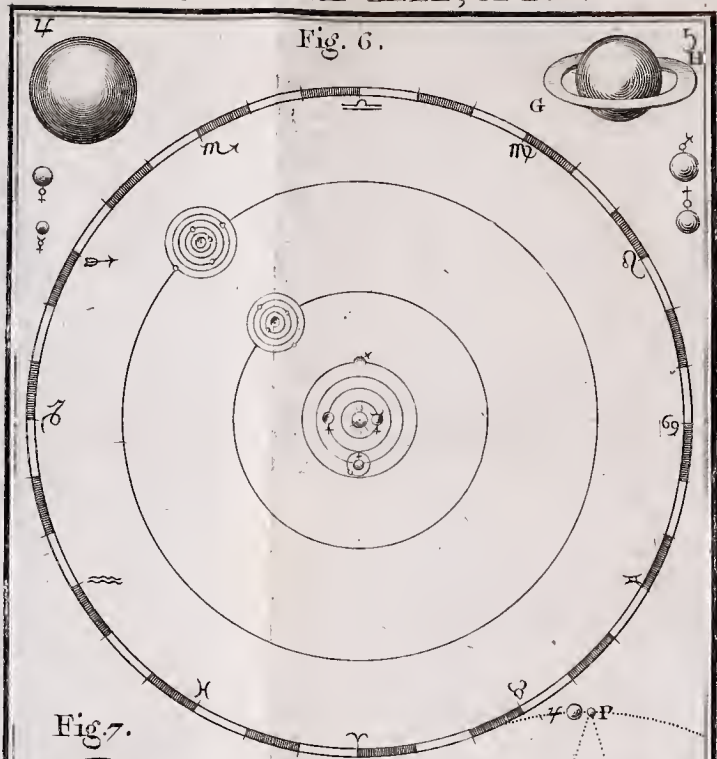


Fig. 7.

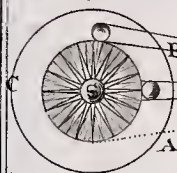
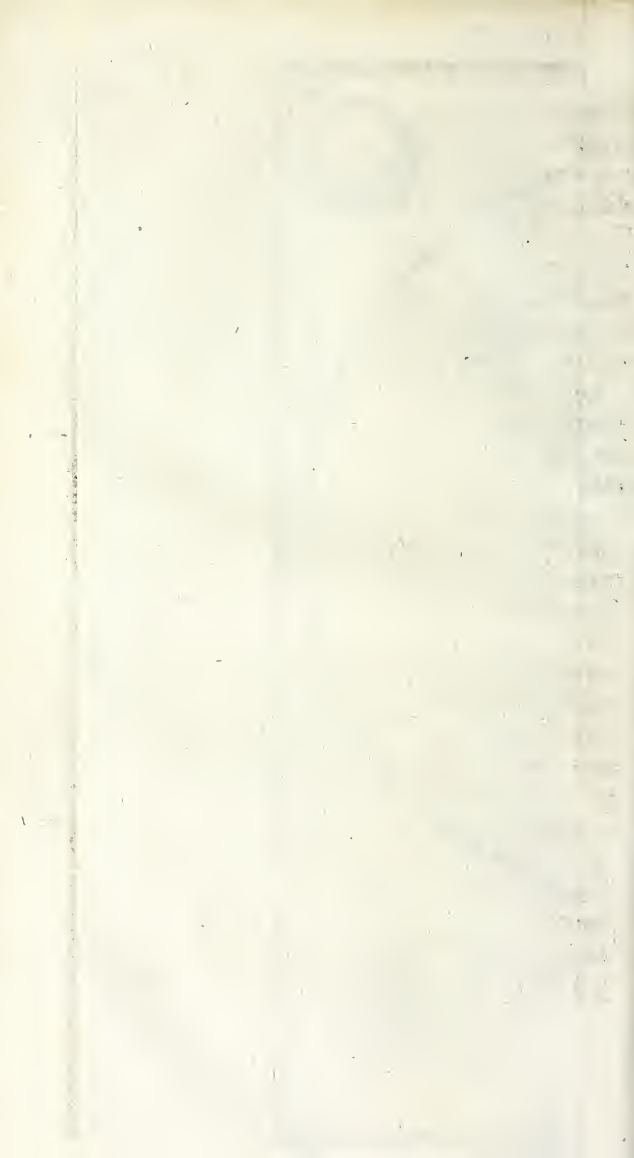


Fig. 8.





planètes mettent de temps à faire leurs révolutions , on fait aussi-tôt, par cette analogie , quelles sont leurs distances respectivement au Soleil. Cette même règle , qu'il n'a d'abord établie que pour les planètes primitives , a été appliquée depuis avec le même succès à celles du second ordre.

XVIII.
LEÇON.

Une planète ne se meut pas toujours avec la même vitesse dans toutes les parties de son orbite ; plus elle se trouve près de l'astre autour duquel elle tourne , plus son mouvement est rapide ; & au contraire on remarque qu'elle ralentit sa marche , à mesure qu'elle s'en éloigne davantage ; mais avec ces inégalités , il subsiste une proportion constante , entre les temps qu'elle met à parcourir les différents arcs de son orbite , & les aires triangulaires terminés par ces arcs , & par deux lignes tirées de leurs extrémités à l'astre central ; c'est-à-dire que les temps que la planète emploie à parcourir successivement les deux arcs *BD* , & *DE* , par exemple , (*fig. 9*) sont entr'eux comme les aires des

deux triangles mixtilignes BSD , & DSE . C'est une seconde regle astronomique, dont on a encore l'obligation à Képler, & dont on a fait un grand usage.

Outre la révolution que chaque planete du premier ou du second ordre fait autour de son astre central, il est à présumer que toutes ont encore un mouvement de rotation autour de leurs axes ; ce qui fait qu'elles ont, comme la terre, toutes les parties de leurs surfaces successivement exposées à l'action du Soleil ; la plupart ont des taches qui ont donné lieu d'observer ce mouvement, & d'en déterminer la durée ; ainsi, de même que notre jour est de 24 heures, celui de Vénus est de 23 ; celui de Mars, de 24 deux tiers ; celui de Jupiter, de 10 ou à peu près ; Mercure, parce qu'il est très-près du Soleil, est si fort illuminé, & Saturne à cause de son grand éloignement, l'est si peu, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux Observateurs, ou ne se montrent point assez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de ro-

tation ; on peut conclure par analogie qu'ils en ont un.

Celui de notre lune est très-lent , en comparaison de ceux dont je viens de faire mention. Il ne s'acheve qu'en 27 jours & environ $\frac{1}{2}$, & comme elle met précisément ce temps-là pour tourner autour de la terre , il arrive de cet accord , que nous voyons toujours la même partie de sa surface , comme je le ferai voir plus particulièrement dans un autre endroit : on remarque seulement par ses taches , qu'elle fait une espèce de balancement que les Astronomes ont nommé *libration*.

Puisque chaque planète a sa marche particulière , & que les unes mettent plus de temps que les autres à faire leurs révolutions , on doit comprendre que tous ces astres changent continuellement de positions respectives : tels qui se trouvent aujourd'hui sur la même ligne avec le Soleil , figureront tout autrement avec lui dans un autre temps ; d'autres qui répondent ensemble à la même constellation dans le Ciel , en auront ensuite trois ou quatre entr'eux :

ce sont ces différentes positions des planetes qu'on appelle *aspects*, & qu'on distingue par des noms propres. Je vais rendre cela sensible par un exemple.

SECONDE OBSERVATION.

OTEZ la piece *A* ; prenez dans le coffret celle qui est marquée *B*, & celle qui est marquée *C*, lesquelles sont représentées par la *fig. 10*, & désignées par les mêmes lettres. Ajustez la tige de la premiere au canon extérieur 3, qui est au centre de la platine bleue, & celle de la seconde au canon intérieur 2., ayant soin que les deux petites boules, dont l'une représente la Terre, & l'autre la planete de Mars, se trouvent sur une même ligne entre le cercle de l'écliptique, & le centre de la grande platine, où vous placerez une boule dorée qui est dans le coffret, & qui doit représenter le Soleil. Faites tourner les deux canons, 2 & 3, avec la manivelle, comme il a été dit à la page 10.

Vous pouvez remarquer, 1^o que le petit globe qui représente la Terre,

Terre, va une fois plus vite que l'autre qui tient la place de Mars, faisant deux révolutions contre lui une.

XVIII.
LEÇON.

2° Que dans chaque révolution entière de la Terre, ces deux corps changent continuellement de position respective, répondant tous deux quelquefois au même point du Zodiaque, & plus souvent à différents points plus ou moins éloignés les uns des autres.

APPLICATIONS.

IL est aisé de comprendre par cet exemple, que si l'on faisoit ainsi mouvoir ensemble toutes les boules qui représentent les planetes primitives, en observant que chacune fît sa révolution dans l'espace de temps qui lui convient, on les verroit changer d'aspects, comme on vient de le voir faire à la Terre & à Mars. Mercure auroit fait quatre révolutions, & Vénus presque deux avant que la Terre en eût achevé une : & lorsque celle-ci auroit fini la sienne, Jupiter n'auroit encore parcouru que la douzième, & Saturne la trentième partie de son orbite.

50 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

Quand deux planetes répondent au même point du Zodiaque, cet aspect s'appelle *conjonction*, & se désigne par cette marque \odot .

Quand elles sont opposées l'une à l'autre de la moitié du Zodiaque ou de six signes, cela s'appelle *opposition*, & s'exprime ordinairement par cette marque \oslash .

Et lorsqu'elles répondent à différents points du Zodiaque, qui comprennent entr'eux 2, 3, 4 signes, &c., on fait connoître leur aspect par le mot *opposition*, ou par la marque \oslash , en ajoutant le nombre des signes ou des degrés en longitude du Zodiaque qui sont interceptés entre les deux lieux du Ciel auxquels elles répondent. On dit, par exemple, Jupiter & Mars sont en opposition de 2, de 3, de 4 signes, &c.

Phases
des Pla-
netes.

SI L'ON étoit placé au centre de l'Univers, à l'endroit même qu'occupe le Soleil, pour observer les planetes, on les verroit toujours comme des disques lumineux & bien arrondis, parce qu'on découvreroit tout l'hémisphère illuminé de chacune d'elles, comme nous voyons

EXPÉRIMENTALE. SI

la pleine Lune ; mais si l'on suppose XVIII.
LEÇON.
le Spectateur placé sur la terre , il pourra arriver que les hémisphères éclairés par le Soleil , ne soient pas tout entiers tournés vers lui ; & alors n'en appercevant qu'une partie , il verra la planete sous la figure d'un croissant ou d'un quartier de Lune : & c'est ce qu'on remarque très-bien en observant Vénus avec un télescope , parce que cette planete est assez grande , & assez près de nous pour avoir ces différentes phases sensibles , & parce que n'embrassant point la terre dans sa révolution , elle lui dérobe totalement sa partie éclairée , en passant entr'elle & le Soleil , & ne la lui découvre que peu à peu , à mesure qu'elle s'éloigne d'elle en avançant dans son orbite. Voyez la figure II.

On remarqueroit la même chose à l'égard de Mercure s'il étoit plus gros , & qu'il ne fût pas si voisin du Soleil ; mais quand il s'éloigne assez de cet astre pour qu'on puisse observer sa figure , tout ce qu'on peut découvrir , c'est qu'il n'est pas bien rond ; & cela prouve qu'on ne voit

52 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

Chaque
Planete
n'est pas
toujours
à égale
distance
de son
Astre
central.

point alors toute sa partie éclairée ; car on fait d'ailleurs (a) que cette planete est à-peu-près sphérique comme les autres.

J'AI déjà dit plus haut que la distance d'une planete primitive au Soleil, comme celle d'un fatellite à sa planete principale, n'est pas constante, & qu'elle est tantôt plus petite, tantôt plus grande dans le cours d'une même révolution : il est temps maintenant d'en dire la raison. C'est que, comme l'a pensé Képler, & comme tous les Astronomes l'ont reconnu depuis, chaque planete, tant du premier que du second ordre, se meut dans un orbite qui n'est point un cercle excentrique à cet astre ; mais une ellipse (b) qui a le Soleil à l'un de ses foyers. Voyez la figure 9, & l'opération suivante du planétaire.

(a) Quand Mercure se trouve directement entre le Soleil & la Terre, ce qui arrive rarement, il paroît alors comme une tache noire & ronde ; ce qui fait connoître que c'est un corps sphérique.

(b) Il faut lire ce que j'ai dit de l'ellipse en parlant des forces centrales, tom. 2, pag. 96.

TROISIÈME OPÉRATION.

XVIII.
LEÇON.

OTEZ les deux pieces *B* & *C* ; mettez au gros canon 3, celle qui est marquée *E*, la tige ou le pivot de la petite poulie *G*, dans un trou marqué de la même lettre, près du centre de la platine bleue ; & faites en sorte que la corde sans fin embrasse d'une part cette petite poulie, & de l'autre le barillet *F*, qui est à l'extrémité de la tige qui porte la planete, comme il est représenté par la figure 1, 2 ; & mettez en sa place la boule dorée qui représente le Soleil.

Si vous tournez la manivelle, vous verrez que la planete en s'approchant, & ensuite en s'éloignant du Soleil, par des quantités symmétriques, décrit une courbe rentrante qui n'est point un cercle, mais une ellipse peu alongée, dont la boule, qui représente le Soleil, occupe l'un des foyers.

APPLICATIONS.

VOUS apprendrez par cet exemple, que toutes les orbites des planetes sont des ellipses peu différentes du

Figure
des orbi-
tes des
Planetes.

cercle, & que l'astre autour duquel chacune d'elles fait sa révolution, occupant, non pas le centre, mais l'un des foyers de cette courbe, s'en éloigne d'une quantité assez considérable, & s'en rapproche de même : on appelle *excentricité* la distance qu'il y a entre le centre C de l'ellipse, (*fig. 9*,) & celui des foyers qu'occupe le Soleil ou la planète principale.

Le lieu de l'orbite A , (*fig. 9*) où une planète se trouve le plus loin qu'elle puisse être du Soleil, s'appelle *l'aphélie*; & celui où elle en est le plus près, comme P , se nomme *périhélie*. Les deux points de part & d'autre comme $E G$, qui tiennent le milieu entre les deux extrêmes, on les appelle *moyennes distances*.

Les planètes du second ordre ont aussi chacune leur aphélie & périhélie, qui sont de même une suite nécessaire de l'ellipticité de leur orbite.

Mais par la même raison que les planètes du premier ordre s'éloignent & se rapprochent du Soleil, celles du second ordre se trouvent dans un temps plus près, dans un autre

temps plus loin de leurs planetes principales. Comme la Terre , par exemple , a son aphélie & son périhélie , de même la Lune a son apogée & son périgée. On pourroit dire aussi d'un fatellite de Jupiter , qu'il est dans son apojove , ou dans son périjove , &c.

XVIII.
LEÇON.

Ces deux points de l'orbite *A* & *P* , que la planete n'outre-passe point , tant pour s'éloigner que pour s'approcher de l'astre qu'elle entoure par sa révolution , se nomment en général *les apsides* ; & la ligne qui les joint , s'appelle *la ligne des apsides* , ou *le grand axe de l'orbite*.

La distance est une chose commune aux deux termes qu'elle sépare ; ainsi quand une planete est dans son aphélie , réciproquement le Soleil est le plus loin d'elle qu'il puisse être ; & de même il en est le plus près , quand cette planete est dans le périhélie : le Soleil est donc dans son périgée quand la Terre est dans le périhélie ; & quand celle-ci est dans l'aphélie , le Soleil est dans l'apogée.

Grand
ur ap-
parente
des As-
tres.

NOUS jugeons les objets plus

56 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

grands , quand nous les voyons de plus près ; & ils nous paroissent plus petits quand nous les regardons de plus loin. Puisque les planetes ne sont pas toujours à égale distance du Soleil , ni de la Terre , on doit penser que de l'un ou de l'autre de ces lieux , on ne doit pas les voir constamment de la même grandeur , & cela est sensible pour nous à l'égard du Soleil & de la Lune ; voilà pourquoi les Astronomes distinguent soigneusement le disque apparent de l'un ou de l'autre astre , relativement aux circonstances dans lesquelles on l'observe ; & nous verrons ci-après qu'il en résulte des effets remarquables dans les éclipses.

Irrégularités
dans la
marche
des Planetes.

QUAND on supposeroit un Observateur placé au Soleil , pour examiner la marche d'une planete pendant tout le temps d'une de ses révolutions , il ne la verroit point aller d'un pas égal , c'est-à-dire , que dans des temps égaux , il ne lui verroit point parcourir des arcs égaux du Ciel étoilé ; premièrement , parce que , comme nous l'avons déjà dit , le

mouvement des planetes se ralentit à mesure qu'elles s'éloignent davantage de leur astre central ; secondement , parce que décrivant des ellipses , qui ont le Soleil à l'un de leurs foyers , elles ont plus de chemin à faire pour parcourir la partie du Zodiaque ABC , que l'autre CDA , (*fig. 13.*)

Mais si on les voit de la Terre , elles ont un mouvement qui paroît encore bien plus irrégulier : tantôt la planete qu'on observe , au lieu d'aller selon l'ordre des signes , (ce qui s'appelle être *directe* ,) paroît aller dans le sens contraire , & l'on dit qu'elle est *rétrograde* ; tantôt on diroit qu'elle séjourne vis-à-vis le même point du Ciel , & les Astronomes disent alors qu'elle est *stationnaire* : on voit augmenter sa vitesse jusqu'à un certain point ; d'autres fois on la voit diminuer de même. Toutes ces irrégularités , qu'on nomme *secondes inégalités des planetes* , ne sont que des apparences , & non pas des réalités. Cela vient de ce que la Terre d'où nous observons , n'est pas fixe , & de ce qu'elle n'est

pas au centre de la révolution de la planète : rendons ceci sensible.

QUATRIÈME OPÉRATION.

OTEZ les pièces de la précédente opération, remettez celles de la seconde & la boule dorée au centre ; prenez dans le coffret une grande aiguille qui a deux pivots ; placez dans la tige de *Mars* celui qui est fixé à peu près au tiers de la longueur de l'aiguille, & dans la tige de *la Terre*, celui qui est terminé par un anneau dans lequel l'aiguille peut glisser. Ayez soin que les deux planètes soient en conjonction vis-à-vis un endroit quelconque du Zodiaque ; par exemple, vis-à-vis du premier degré de la balance, comme il est représenté par la *figure 14*. Tournez ensuite la manivelle jusqu'à ce que la Terre ait fait une révolution entière.

Vous observerez, 1^o que quand les deux planètes sont en conjonction & en opposition, l'aiguille qui passe alors par le centre du planétaire où est placé le Soleil, marque au Zodiaque le signe vis-à-vis du-

quel se trouve alors la planete de Mars :

XVIII.
LEÇON.

2° Que dans toutes les autres positions , le bout de l'aiguille qui parcourt le Zodiaque , est plus ou moins avancé que la planete :

3° Que quand la Terre & Mars approchent de leur conjonction , le mouvement de l'aiguille commence à se faire en sens contraire de celui de Mars :

4° Que quand la conjonction s'acheve , & un peu après , le mouvement de l'aiguille se fait sensiblement contre l'ordre des signes , & en rétrogradant.

APPLICATIONS.

SI l'on considere l'aiguille comme le rayon visuel de l'Observateur placé sur la Terre , on voit tout d'un coup que , dans les conjonctions & dans les oppositions seulement , le vrai lieu , & le lieu apparent de la planete observée ne sont qu'un , parce que dans ces deux circonstances , ce rayon visuel procede comme s'il venoit du centre de l'univers , où il conviendrait d'être.

XVIII.
LEÇON. tre pour voir toujours l'astre en son vrai lieu.

Après la conjonction, comme la Terre avance plus vite que la planète de Mars qui nous sert ici d'exemple, le rayon visuel de l'Observateur aboutit à un point du Zodiaque moins avancé dans l'ordre des signes que celui où répond réellement l'astre ; & la différence entre son vrai lieu & son lieu apparent, va toujours en augmentant, jusqu'à ce que la Terre & lui soient en opposition de trois signes, ou du quart du Zodiaque ; ainsi depuis la conjonction jusqu'à ce terme-là, le mouvement de la planète paroît retarder de plus en plus.

Ensuite l'arc de différence entre le vrai lieu & le lieu apparent, va toujours en diminuant jusqu'à l'opposition directe, où il devient nul ; comme on le peut voir par le mouvement de l'aiguille. Ainsi la planète qui avoit paru retarder de plus en plus, jusqu'à ce que la Terre & elle fussent opposées de trois signes, semble retarder après cela de moins en moins jusqu'à l'opposition de six signes.

La Terre recommençant alors une seconde révolution, tandis que Mars n'est encore qu'au milieu de la sienne, on voit que le rayon visuel de l'Observateur (toujours représenté par la grande aiguille) précède la planète dans les six autres signes du Zodiaque, & la fait juger plus avancée qu'elle ne l'est réellement, & cette apparence, après avoir été en augmentant pendant trois signes, diminue de même pendant les trois derniers; de sorte qu'après deux révolutions entières de la Terre, Mars & elle se retrouvent en conjonction.

Mais il est à remarquer, & l'aiguille l'indique sensiblement, qu'aux approches de la conjonction, le rayon visuel de l'Observateur rétrograde autant que la planète observée avance, ce qui la fait paroître stationnaire pendant un certain espace de temps. Et bientôt après le mouvement de la Terre l'emportant de vitesse sur celui de Mars, & le rayon visuel retournant en arriere, plus que la planète ne chemine en avant ou selon l'ordre des signes, il arrive que celui-ci paroît rétrograde

62 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON. de la quantité dont le premier de ces deux mouvements surpasse l'autre.

On voit donc par cette 4^e opération du planétaire , comment on peut rendre raison des accélérations , retardements , stations & rétrogradations des planetes observées de la Terre , en considérant que le Spectateur est continuellement emporté d'un lieu dans un autre par une révolution qui se fait en plus ou en moins de temps que celle de la planete qu'il observe , ce qui la lui fait voir souvent où elle n'est pas ; & en faisant attention que les apparences résultent non-seulement du mouvement propre de cette planete , mais de celui-ci combiné avec celui de la Terre où est placé l'Observateur.

Hypo-
thèse de
Prolo-
mée sur
le mou-
vement
des Pla-
netes. PTOLOMÉE n'en étoit pas quitte à si peu de frais pour expliquer ces fortes d'irrégularités ; il étoit obligé de recourir à des suppositions , ingénieuses à la vérité , mais qui dérogent beaucoup à cette simplicité que nous reconnoissons dans toutes les opérations de la nature , quand nous sommes assez heu-

Fig.9.

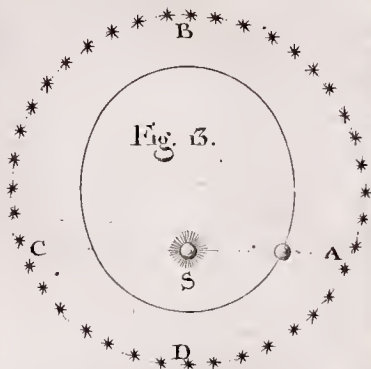
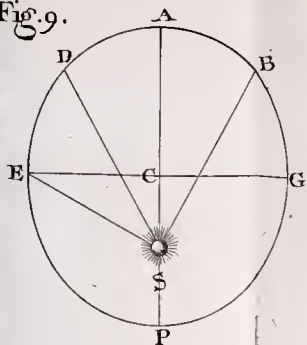


Fig. 13.

Fig. 10.



Fig. 12.

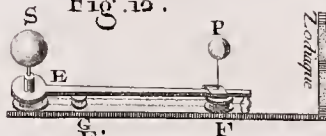


Fig. n.

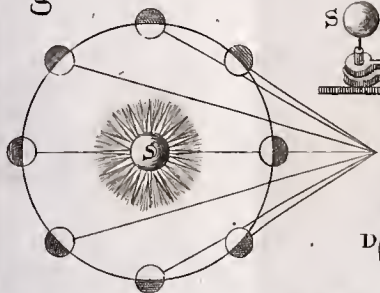
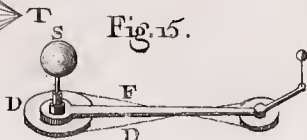


Fig. 14.



Fig. 15.





eux pour découvrir son secret. On ne sera peut-être pas fâché d'apprendre comment ce célèbre Astronome avoit imaginé que les planètes, dans le cours de leurs révolutions, devenoient accélérantes, retardantes, stationnaires, rétrogrades, &c. J'en vais donner une légère idée par l'opération suivante.

CINQUIÈME OPÉRATION.

AYANT enlevé les pièces de l'opération précédente, mettez la poulie *DD* au centre de la platine bleue, en faisant entrer les deux pivots dans les trous marqués des mêmes lettres. Ajustez au canon extérieur 3, la pièce *F*, ayant soin que la corde sans fin soit croisée, & qu'elle embrasse d'une part la poulie *DD*, & de l'autre part celle qui est à l'extrémité de la tige qui porte la planète, comme on le peut voir par la *figure 15*. Imaginez de plus que la Terre, ou l'Observateur, est au centre du planétaire *S*, & que la planète est illuminée.

Tournez la manivelle pour faire avancer la tige qui porte le petit

64 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON. globe, vous verrez qu'il décrit dans son orbite une espèce de courbe (fig. 16) qu'on nomme *épicycloïde*, laquelle étant supposée, on peut, jusqu'à un certain point, rendre raison de ces irrégularités qu'on observe dans les révolutions des planètes.

A P P L I C A T I O N S.

LORSQUE la planète est dans la partie supérieure de son *épicycloïde* en *A*, par exemple, elle se meut suivant l'ordre des signes du Zodiaque, comme si elle étoit uniquement transportée par le rayon *TA*. Mais le mouvement d'*épicycloïde* venant à se joindre au mouvement direct, la fait avancer en *B*, en *C*, en *D*, &c. c'est-à-dire, plus qu'elle ne feroit, si elle n'avoit que le dernier de ces deux mouvements : c'est ainsi qu'on peut expliquer ses accélérations.

Vers la partie inférieure *E*, le mouvement d'*épicycloïde* n'ajoute presque plus rien au mouvement direct, parce que sa direction n'est plus selon l'ordre des signes, mais presque parallèle au rayon *FT* de l'orbite,

bite , & cela rend raison des retar-
dements de la planete. Vers F , le
mouvement d'épicycloïde commen-
ce à se faire en sens contraire du
mouvement direct ; d'abord l'un
compense justement l'autre , & par
cette raison , le Spectateur placé en
 T , voit l'astre pendant quelque
temps au même lieu du Ciel , & le
juge stationnaire.

Enfin le mouvement d' F en G ,
devenant plus rapide que le mou-
vement direct , fait plus que com-
penser celui-ci ; & par l'excès de
l'un sur l'autre , la planete se meut
pendant quelque temps contre l'or-
dre des signes , & devient rétrograde.

Cette maniere d'expliquer les ir-
régularités des planetes est tout-à-fait
ingénieuse ; c'est dommage qu'elle
manque de cette simplicité qui ca-
ractérise tout ce que fait la nature ,
& qui exige que nous donnions la
préférence aux hypotheses qui s'en
écartent le moins. A ce titre les ex-
plications de Ptolomée doivent le
céder à celles de Copernic , qui ne
supposent rien que l'instabilité de
l'Observateur , causée par le mouve-

ment de la Terre autour du Soleil ; mouvement indiqué par l'exemple des autres planetes , & constaté de nos jours par les preuves les plus décisives.

Pour-
quoi les
Planetes
ne s'é-
clipsent
que rare-
ment
dans
leurs op-
positions
& con-
jonc-
tions.

QUAND on pense que toutes les planetes , tant du premier que du second ordre , font leurs révolutions les unes plus promptement que les autres , non-seulement on doit conclure qu'elles changent continuellement d'aspects entr'elles , comme nous l'avons remarqué plus haut , mais une conséquence qui se présente encore naturellement à l'esprit , c'est que dans le temps des conjonctions , celle qui passe plus près du Soleil , doit couvrir de son ombre & éclipser la plus éloignée ; & c'est effectivement ce qui ne manqueroit pas d'arriver , si toutes les orbites étoient dans un seul & même plan : car alors les planetes , en les parcourant , passeroient à coup sûr les unes devant les autres , & causeroient autant d'éclipses. Mais la sagesse du Créateur y a pourvu : de toutes les orbites il n'y en a pas deux qui soient en même plan. Elles sont toutes plus ou

moins inclinées les unes aux autres, de maniere que quand deux planetes passent l'une devant l'autre, il arrive presque toujours que la plus éloignée reçoit les rayons du Soleil, qui viennent par-dessus ou par-dessous celle qui passe entre cet astre & elle : vous verrez ceci d'une maniere sensible, en faisant ce qui suit.

XVIII.
LEÇON.

SIXIEME OPÉRATION.

APRÈS avoir ôté ce qui a servi dans l'opération précédente, prenez dans le coffret un cercle de cuivre qui a deux piliers *H, H*, (*fig. 17*) ; placez leurs pivots dans les trous marqués des mêmes lettres, sur la grande platine, & rendez les bords du cercle paralleles à l'écliptique. Ajustez la piece 1 au canon extérieur 3, & remettez la grosse boule dorée au centre, pour représenter le Soleil, comme dans la *figure*.

Si vous tournez la manivelle jusqu'à ce que la tige qui porte la petite boule ait fait un tour entier, vous observerez que le bout qui est tourné vers le Zodiaque, décrit précisément l'écliptique, & que la pe-

tite boule *T* qui représente ici la Terre , parcourt une orbite qui est dans le plan de ce même cercle.

Inclinez ensuite le cercle de cuivre d'une médiocre quantité , au plan de l'écliptique (*fig. 18*) , & tournez de nouveau la manivelle.

Vous observerez que le bout de la tige qui porte la boule *P* , décrit un cercle qui coupe obliquement celui de l'écliptique en deux points diamétralement opposés ; ce qui fait que cette boule , qu'on doit prendre ici pour toute autre planète que la Terre , répond à des endroits du Zodiaque , tantôt plus hauts , tantôt plus bas que l'écliptique.

APPLICATIONS.

Orbites des Planètes inclinées plus ou moins les unes que les autres au plan de l'écliptique.

ON peut voir , par cette opération , comment toutes les planètes (en exceptant la Terre) ont des orbites plus ou moins inclinées au plan de l'écliptique ; chacune d'elles , pendant sa révolution , s'abaisse donc d'une certaine quantité au-dessous de cette ligne , pour remonter ensuite d'autant au-dessus : ce sont ces écartements de part & d'autre qu'on

nomme *latitude* des planetes ; plus ces latitudes sont différentes lorsque les planetes passent les unes devant les autres , moins celles-ci courent risque de s'éclipser.

XVIII.
LEÇON.

On nomme *latitude septentrionale* celle que prend une planete dans la partie du Zodiaque appartenante à l'hémisphere boréal ; & *latitude méridionale* , celle qu'elle a dans la partie de cette même Zone qui dépend de l'hémisphere austral. Or il arrive souvent que de deux planetes qui sont en conjonction , l'une est au-dessus , l'autre au-dessous de l'écliptique , avec une certaine latitude ; elles sont encore moins dans le cas de l'éclipse.

Quoique les orbites soient diversement inclinées entr'elles & au plan de l'écliptique , elles ont cela de commun , qu'elles coupent cette ligne circulaire en deux points diamétralement opposés , qu'on appelle *les nœuds*. Et comme chaque planete , en parcourant son orbite , se trouve dans un de ses nœuds , en passant de la partie inférieure du Zodiaque à la partie supérieure , &

Nœuds
des Or-
bites.

dans l'autre , en retournant de celle-ci dans celle-là , on a nommé le premier *nœud ascendant* , & le second *nœud descendant* , & l'on appelle *ligne des nœuds* , celle qui aboutit de l'un à l'autre en traversant l'orbite.

A l'exception de la Lune , toutes les autres planetes ont des orbites fixes ; c'est-à-dire , que chacun de ces astres , en faisant ses révolutions périodiques , coupe toujours l'écliptique aux mêmes points , en montant & en descendant , & que ses plus grandes latitudes septentrionale & méridionale , sont constamment aux mêmes endroits du Zodiaque ; ou si ces 4 points sont sujets à quelques variations , elles sont si peu considérables qu'on peut les négliger ici.

Come-
tes. Leur
nature.

OUTRE les fix planetes primitives qui tournent autour du Soleil , & que nous ne perdons point de vue , pour ainsi dire , il paroît de temps en temps au Ciel d'autres astres qu'on croit être de la même nature qu'elles , mais qui se montrent sous une forme différente , & pour peu de temps.

Ces corps , que l'on nomme Co-

metes, ne sont pas des météores, XVIII.
LEÇON.
 comme on l'a cru d'abord, & comme quelques Auteurs l'ont prétendu depuis ; il est prouvé d'une manière incontestable, qu'ils sont toujours plus élevés que la Lune, & par conséquent bien au-delà de notre atmosphère. Ils ne deviennent visibles pour nous, que quand la partie de leur surface, qui est illuminée par le Soleil, est assez proche pour être aperçue de la Terre ; & plusieurs d'entr'eux ont passé si près de cet astre, que s'ils n'eussent été bien compactes & bien solides, ils eussent été inmanquablement consumés par la chaleur excessive qu'ils ont dû éprouver.

La partie la plus lumineuse d'une comète, est ordinairement enveloppée d'une espèce d'atmosphère moins brillante : pour distinguer ces deux parties l'une de l'autre, on appelle la première *le Noyau*, & la seconde *la Chevelure* ; de là vient le nom de *Comète*, c'est-à-dire astre chevelu. (a) Leurs figures.

La comète ordinairement traîne encore après elle une queue lumineuse. (a) Du mot latin *coma*, qui signifie chevelure.

neuse, qui est quelquefois très-longue, toujours opposée au Soleil, & qu'on croit être une vapeur occasionnée par la chaleur de cet astre; car on remarque que cette queue augmente & diminue, suivant que la comète se trouve plus ou moins près de lui.

La rareté de leurs apparitions.

POUR expliquer les rares apparitions des comètes, les Astronomes ont imaginé qu'elles faisoient leurs révolutions dans des ellipses fort allongées. Le Soleil occupant l'un des foyers, comme aux orbites des planètes, on peut comprendre par la seule inspection de la figure 19, pourquoi ces astres sont si long-temps à reparoître dans notre système planétaire; car premièrement la partie *ABC* leur donne bien plus de chemin à faire, que la petite portion qui embrasse de plus près le Soleil. Et en second lieu l'analogie des autres mouvements célestes nous porte à croire qu'elles ralentissent leurs marches en s'éloignant de cet astre, comme elles l'accélèrent à mesure qu'elles s'en approchent.

Il n'en est pas des orbites des comètes

cometes comme de celles des planetes ; celles-ci ne s'écartent point de l'écliptique au-delà de sept à huit degrés ; la largeur du Zodiaque les contient toutes , & suffit à leur plus grande latitude ; au lieu que ces ellipses ou paraboles , que décrivent les cometes par leurs révolutions périodiques , se portent vers des parties du Ciel fort différentes les unes des autres , soit dans l'hémisphère septentrional , soit dans l'hémisphère méridional.

XVIII.
LEÇON.

Aberrations de leurs orbites par rapport à l'Ecliptique.

Il est à remarquer aussi que ces astres different encore des planetes en ce qu'ils ne marchent pas toujours comme elles , selon l'ordre des signes , c'est-à-dire , d'Occident en Orient ; mais souvent on leur voit tenir une route toute opposée ; au lieu du mouvement direct , ils ont celui qu'on nomme *rétrograde*.

Leurs rétrogradations par rapport aux signes du Zodiaque.

Senèque avoit raison de dire (a) avec plusieurs Philosophes de la plus haute antiquité ; que les cometes ne sont point des feux accidentels & passagers , mais de véritables astres

(a) Questions Naturelles , Liv. 7 , Chap. III.

74 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

Prédic-
tions de
leurs re-
tours vé-
rifiées.

aussi permanents que les autres , & qu'un jour viendrait que le secret de la nature , à l'égard de ces phénomènes , seroit enfin dévoilé. Cette prédiction s'accomplit de nos jours ; Halley faisant usage de la théorie de Newton , osa le premier prédire pour l'année 1757 ou 1758 , le retour de la comète qui avoit paru en 1682 ; MM. Clairaut & d'Alembert , par des méthodes plus sûres , & par des théories plus approfondies , ont annoncé la même chose avec une précision que l'événement a justifiée : cette comète fut apperçue à Paris le 21 janvier 1759.

Ces feux célestes , dont la forme extraordinaire & l'apparition imprévue , faisoient naître ci-devant la terreur ou la joie , suivant les affections ou le caprice de ceux qui cherchoient à les interpréter , doivent donc être regardés aujourd'hui par tout le monde , comme des astres dont le cours est assujetti à des loix constantes , & qui n'influent pas plus sur nos affaires que Jupiter ou Saturne.

Fig. 16.

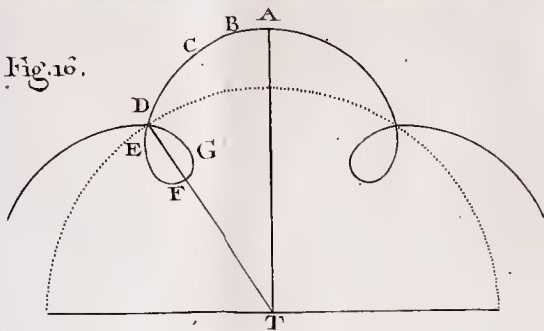


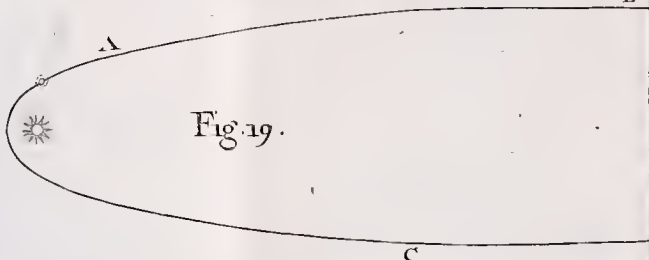
Fig. 18.

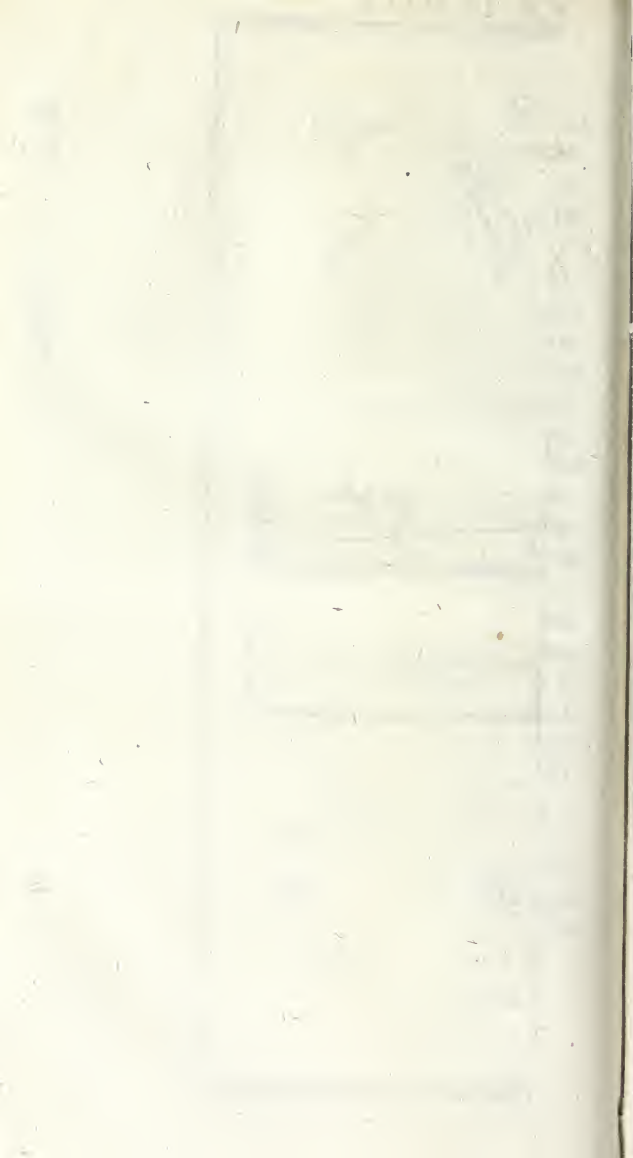


Fig. 17.



Fig. 19.







II. SECTION.

Où l'on fait connoître plus particulièrement les mouvements du Soleil , de la Terre & de la Lune , avec les Phénomènes qui en résultent.

LE GLOBE terrestre est notre habitation ; le Soleil & la Lune sont les deux principaux luminaires qui répandent la clarté sur tous les objets qu'il nous importe de connoître , & qui vivifient , par une douce chaleur , ce qui doit s'engendrer , croître & mûrir pour satisfaire à nos besoins : le cours de ces deux astres mesure les temps qui partagent notre vie , & qui reglent nos actions. Tous ces titres , & tant d'autres qu'il seroit superflu de rappeler ici , semblent exiger de nous une attention particuliere pour ces trois corps ; ainsi je vais reprendre & continuer les opérations du Planétaire.

XVIII.
LEÇON.

 XVIII.
 LEÇON.

SEPTIEME OPÉRATION.

IL faut faire descendre la tige de la manivelle par les trous qui traversent les grands cercles au signe du Bélier, pour saisir le quarré d'acier qui excède un peu le plan du second de ces cercles.

Prenez ensuite dans le coffret un petit globe terrestre, armé d'un méridien & d'un horizon de cuivre, & dont l'axe prolongé au-delà du pôle antarctique, tourne librement dans le milieu d'une espee de cadran divisé en 24 parties égales, & sous lequel est une roue dentée.

Faites entrer cette roue, qui est percée au centre, sur une tige d'acier qui excède le plan du cercle lunaire.

Faites tourner la platine bleue jusqu'à ce que le globe terrestre réponde au premier degré du Capricorne, & tournez le petit cadran au centre duquel est implanté son axe, de maniere que l'hémisphere austral réponde à ce même point du Zodiaque.

Ayez soin d'incliner aussi le petit

horizon suivant le degré de latitude d'un lieu quelconque , par exemple , de Paris.

Mettez le globe doré qui représente le Soleil au centre du planétaire : faites passer, dans un trou qui traverse diamétralement cette boule , une aiguille de cuivre que vous trouverez dans le coffret , & qui a un support marqué *K* , dont il faudra enfoncer le pivot dans un trou désigné par la même lettre sur la platine : voyez *la figure 20* qui représente toutes ces pièces ensemble ; la grande platine étant représentée par son diamètre *AA* , & les deux parties diamétralement opposées du Zodiaque par les deux lignes *AB* , *AD*.

Il faut de plus imaginer que les grands cercles qui représentent le Zodiaque ou le Ciel étoilé , sont tellement agrandis , que la distance qu'il y a entre le globe terrestre *T* & la boule dorée *S* , soit presque nulle , & qu'on puisse regarder la Terre comme étant sensiblement au centre de la machine.

Tout étant ainsi disposé , si vous

faites faire à la Terre un tour entier sur son axe d'Occident en Orient, vous pourrez observer, 1^o que l'aiguille qui vient de la boule dorée, & qui représente un rayon central du Soleil, trace sur le globe terrestre un cercle qui est celui qu'on nomme *le tropique du Cancer*; & que le bout de l'aiguille parcourt d'Orient en Occident les différents points de ce cercle.

2^o Que l'horizon coupe obliquement ce cercle en deux parties inégales, dont la plus grande est au-dessus, & l'autre au-dessous.

3^o Que si l'on change la position de l'horizon, ces deux parties du cercle tracé par l'aiguille, different d'autant moins de grandeur entr'elles que les bords de l'horizon s'approchent davantage des poles du globe; de sorte que quand ils passent précisément par ces deux points, le cercle dont il s'agit, est divisé en deux parties parfaitement égales.

4^o Que si au contraire on approche l'horizon de l'équateur, de maniere qu'il soit contenu entre les deux tropiques du Cancer & du Ca-

pricorne , le cercle tracé par l'aiguille se trouve tout entier au-dessus. XVIII.
LEÇON.

APPLICATIONS.

LA TERRE est un corps sphérique , Figure
de la
Terre.
ou à peu près. (a) L'on n'en peut pas douter quand on considère que les différentes parties de sa surface ne reçoivent que successivement la lumière du Soleil ; car si elle étoit plane , tous les peuples qui l'habitent appercevroient cet astre & tous les autres en même temps , comme une chandelle allumée qu'on élève au bord d'une table , devient visible aussi-tôt d'un bout à l'autre.

Ce qui prouve encore la sphéricité de la Terre , c'est qu'en cheminant de quelque côté que ce soit dans la plaine la plus unie , nous perdons de vue les objets dont nous nous éloignons , tandis que nous en découvrons de nouveaux en avançant.

Je n'insiste pas davantage sur cette vérité , parce qu'elle est suffisamment connue de tout le monde ; mais il

(a) Voyez ce que j'ai dit de la figure de la Terre dans la VI^e Leçon , Tom. II , pag. 148 & suiv.

est à propos de remarquer que cet arrondissement de la Terre ne nous permet pas de voir bien loin autour de nous ; quand nous nous trouvons en plein champ , il nous semble toujours que nous sommes au centre d'un espace circulaire , dont le diamètre , à en juger par les objets connus , peut avoir 12 ou 15 lieues , peut-être davantage si ces objets ont beaucoup de hauteur , ou que nous soyons placés dans un lieu fort élevé ; mais sur une mer calme , dans une plaine très-vaste & fort unie , il est aisé de démontrer que l'œil placé à 6 pieds au-dessus du terrain , perd de vue les objets qui sont à raze-terre , quand ils sont à une distance de 2557 toises ; ce qui ne donne pas trois lieues communes de France pour le diamètre de l'espace circulaire dont il s'agit.

La circonférence de ce cercle , toute petite qu'elle est , paroît pourtant toucher le Ciel : c'est que le Spectateur placé en *a* , (*fig. 21*) n'appercevant point la distance *b h* , rapporte les objets visibles les plus éloignés au point *b* où se termine la portée de sa vue sur la Terre.

EXPÉRIMENTALE. 81

LE plan de ce cercle prolongé ou étendu jusqu'au Ciel étoilé, est ce qu'on nomme *l'horizon*; tout ce qui est au-dessus est visible pour nous, tout ce qui est au-dessous nous est caché. Si l'on avoit l'œil au centre de la Terre, l'horizon représenté par son diamètre HH , partageroit exactement la sphere en deux parties égales; quand on est à la surface, comme en a , par exemple, il est aisé de voir que l'horizon rend l'hémisphère supérieur plus petit que l'hémisphère inférieur; mais si l'on considère combien la Terre est petite en comparaison de la vaste étendue des Cieux, on concevra tout d'un coup que le demi-diamètre Ta n'est, pour ainsi dire, qu'un point, par comparaison à la ligne TH , & que hh ne diffère pas sensiblement de celle-ci.

XVIII.
LEÇON.

Hori-
zon tant
rationnel
que sen-
sible.

Cependant comme ce dernier horizon HH , dont le plan passe par le centre de la Terre, n'est sujet à aucune variation de grandeur, & que l'autre, par certaines circonstances, peut nous laisser voir un peu plus ou un peu moins de la voûte céleste,

XVIII.
LEÇON. les Astronomes ont jugé à propos de les distinguer en appelant *HH*, *Horizon rationel*, & *hh*, *Horizon sensible*.

Puisque chacun est au centre de son horizon, il faut conclure qu'on en peut compter autant qu'il y a de points à la surface de la Terre, & que nous en changeons à chaque pas que nous faisons dans quelque direction que ce soit; l'horizon de Paris n'est donc pas celui de Lyon; une partie de l'hémisphère céleste, qui est apparent sur celui-ci, ne se voit pas en même temps sur celui-là.

Poles de l'horizon, Zénith & Nadir. LES Astronomes, pour certains usages, ont imaginé une ligne droite qui passe perpendiculairement par le centre de l'horizon, & qui se termine à la voûte céleste, d'une part au point *Z*, & de l'autre au point *N*; le premier de ces deux points s'appelle le *Zénith*, & le second *Nadir*. On pourroit les regarder comme les poles de l'horizon; ils changent comme lui pour chaque lieu.

Considérons maintenant ce qui doit résulter de la rotation de la Terre autour de son axe, pour ces différents horizons; ce mouvement

suppose à la surface du globe terrestre deux points diamétralement opposés sur lesquels il roule , c'est ce qu'on nomme *les Poles* : pour les distinguer entr'eux , on nomme celui qui est dans la partie du Nord , *le Pole arctique* ou *boréal* , ou *septentrional* ; on appelle l'autre *le Pole antarctique* , ou *austral* , ou *méridional*. Voyez la figure 22 , qui représente les poles de la Terre , ceux de l'horizon , & les principaux cercles de la sphere , par leurs diametres.

XVIII.
LEÇON.
Poles du monde.

SUPPOSONS donc premièrement un Observateur placé sur la Terre , dans un lieu également éloigné des deux poles ; à Quito , par exemple , qui est une des principales villes du Pérou (fig. 23) : cet homme emporté par le mouvement diurne de la Terre , passe en 24 heures par tous les points d'un grand cercle qui divise le globe en deux hémispheres égaux. Ce cercle qu'on imagine comme subsistant , parce qu'il est d'un grand usage dans la Géographie , est celui qu'on nomme *l'Equateur terrestre* : tout Spectateur , placé sur sa circonférence , jouit à son tour des

Les différentes positions de la Sphere.

84 LEÇONS DE PHYSIQUE

~~apparences célestes dont nous allons~~
 faire mention.

XVIII.

LEÇON.

La Sphère
 droite.

SI celui que nous supposons ici est tourné de manière qu'il ait à sa gauche le pôle arctique, & à sa droite le pôle antarctique, dès qu'il est nuit, il voit toutes les étoiles qui bordent cette moitié de l'horizon qui se présente à lui, monter peu à peu d'un mouvement commun jusqu'à un certain point, & descendre ensuite jusqu'au bord opposé, chacune ayant décrit au Ciel un demi-cercle pendant douze heures, & après un pareil espace de temps, il voit les mêmes étoiles reparoître, & faire un trajet semblable à celui de la nuit précédente.

Il voit faire sensiblement la même chose au Soleil, à la Lune, & aux autres planètes; mais comme ces astres, outre cette révolution commune qui n'est qu'apparente, ont un mouvement qui est particulier à chacun d'eux, il a des différences à observer à leur égard, dont je parlerai dans la suite.

Quoique le mouvement du Ciel étoilé ne soit qu'apparent, il ne faut

pas moins imaginer qu'il se fait sur XVIII.
LEÇON.
deux points qui répondent à ceux
sur lesquels le globe terrestre se
meut réellement ; ces deux points
s'appellent *les Poles du monde* ; ils se
distinguent par les mêmes noms que
ceux de la Terre , & sont tous deux
dans la circonférence de l'horizon
pour les habitants de l'équateur.

On étend aussi le plan de l'équa-
teur terrestre jusqu'au Ciel étoilé ,
pour distinguer les deux hémisphe-
res célestes qui répondent à ceux
dont ce même cercle fait la sépara-
tion sur la Terre. On le nomme aussi
Ligne équinoxiale , pour des raisons
qu'on verra ci-après. Revenons à no-
tre Spectateur Péruvien.

Toutes les étoiles lui paroissent
donc décrire des demi-cercles au-
dessus de l'horizon , & il doit penser
qu'elles en font autant au-dessous ;
car cette apparence résulte de la ro-
tation de la Terre qui est continue
& uniforme , & la durée de leur absence
est égale à celle de leur apparition.

Ces cercles sont parallèles en-
tr'eux , puisque chaque étoile est
fixe dans sa position , & que le mou-

vement qu'elle paroît avoir est commun à toutes , c'est sans doute le parallélisme de ces cercles qui n'existent qu'en idée , qui a porté les Astronomes & les Géographes à tracer sur les globes terrestres , depuis l'équateur jusqu'aux poles , toutes ces lignes circulaires , qu'on nomme *paralleles* ou *cercles de latitude*. Mais ce qui distingue particulièrement le climat dans lequel nous supposons ici qu'on observe les mouvements célestes , c'est que tous les astres qui se lèvent pour commencer , ou qui terminent en se couchant les demi-cercles dont nous venons de parler , ont toujours une direction perpendiculaire à l'horizon , ce qu'on appelle avoir *la sphere droite*. (fig. 23.)

Toutes les étoiles qui se sont levées en même temps , notre Spectateur les voit arriver ensemble au bout de six heures , à leur plus grande hauteur ; elles sont alors rangées d'un pole à l'autre dans un demi-cercle , qu'on nomme *le méridien* , parce qu'il divise en deux parties égales la portion de cercle que chaque astre , & par conséquent

le Soleil, paroît décrire sur l'horizon, ainsi que le temps qu'il emploie à l'éclairer : comme ce demi-cercle comprend tous les points de plus grande hauteur des astres, on imagine bien que tous les points de leur plus grand abaiffement sous l'horizon, forment un autre demi-cercle, qui fait avec le méridien un cercle entier ; l'un détermine le *Midi*, & l'autre le *Minuit* : ce cercle idéal qui coupe l'horizon à angles droits, en passant pas les poles du monde, & par le zénith de chaque lieu, se multiplie autant qu'il y a de divisions à l'équateur ; & c'est ce qu'on nomme sur le globe terrestre, *degrés de longitude* : on les compte d'Occident en Orient, & la plupart des Géographes modernes prennent pour premier méridien, celui qui passe par l'Isle-de-Fer, la plus occidentale des Canaries.

Dans la sphere droite, comme dans la sphere oblique dont nous parlerons bientôt, le Soleil, la Lune, & les autres planetes ne se levent & ne se couchent pas toujours aux mêmes points de l'horizon com-

me les étoiles fixes : les orbites que ces astres parcourent par leurs mouvements propres , coupant obliquement l'équateur , on les voit tantôt au Nord , tantôt au Sud de ce cercle ; ainsi , selon qu'ils sont plus ou moins avancés de l'un ou de l'autre côté , leurs levers & leurs couchers déclinent de l'équateur à droite ou à gauche d'une quantité plus ou moins grande. Cet écartement se nomme *déclinaison* , & se mesure par l'arc du méridien intercepté entre l'équateur & le point où l'astre coupe le méridien.

Mais ce qu'il y a de remarquable à cet égard dans la sphere droite , c'est que quelque déclinaison septentrionale ou méridionale qu'un astre puisse avoir , sa présence sur l'horizon est toujours de 12 heures ; la durée du jour par conséquent y est perpétuellement égale à celle de la nuit. Delà vient , sans doute , que dans ces climats que l'on nomme *la Zone torride* , la chaleur qui devoit être excessive , eu égard à l'action directe du Soleil , y est cependant supportable ; la longueur

gueur des nuits donne le temps à la Terre & à l'athmosphère de se rafraîchir.

Transportons à présent notre Observateur dans quelque endroit de la Terre , qui soit situé entre l'équateur & l'un des deux poles ; à Paris , par exemple , & voyons comment le mouvement diurne du globe lui fera voir le Ciel.

Il faut considérer , avant toutes choses , que son zénith n'étant éloigné du pole que d'environ 41 degrés , le point septentrional de son horizon doit être abaissé de 49 degrés , ou environ , au-dessous de ce même pole : car il faut que ces deux distances , celle du zénith au pole , & celle du pole à l'horizon , égalent ensemble 90 degrés , qui est la quantité dont le zénith est toujours éloigné de l'horizon ; & comme le plan de l'équateur coupe l'axe de la Terre à angles droits , on doit penser que ce cercle s'éloigne du zénith , & s'incline à la partie australe de l'horizon , de la même quantité dont le pole arctique est élevé au-dessus de la partie opposée *H* (*fig. 22.*)

Quand l'équateur & ses parallèles sont inclinés à l'horizon , cela s'appelle avoir *la sphere oblique* ; & cette obliquité peut augmenter depuis la sphere droite jusqu'à celle où l'horizon & l'équateur sont dans le même plan , & qu'on nomme pour cela *la sphere parallele* ; de sorte que suivant la position des lieux , le pole peut s'élever sur l'horizon depuis 0 jusqu'à 90 degrés. Revenons à la position de Paris , où le pole est élevé d'environ 49 degrés , comme je l'ai dit plus haut.

La Sphere
oblique.

LE Spectateur tournant avec la Terre , passe par tous les points d'un cercle plus petit que l'équateur terrestre , incliné comme lui à l'horizon , & qui coupe le méridien au 49^e degré de latitude septentrionale ; & il met à faire cette révolution autant de temps que s'il étoit dans l'équateur , c'est-à-dire 24 heures. Voilà ce qu'il y a de réel , & ce qu'il n'apperçoit pas cependant , parce que tout ce qui est autour de lui , est emporté avec lui d'un mouvement commun , qui ne cause aucun changement dans la position respective

EXPÉRIMENTALE. 91
des objets qui l'environnent aussi
loin que sa vue peut s'étendre.

XVIII.
LEÇON.

S'il considère le Ciel pendant la nuit, il voit une partie des étoiles sortir du bord oriental de l'horizon, monter au méridien, descendre vers l'Occident pour se coucher, & reparoître la nuit suivante pour recommencer la même révolution.

Il peut remarquer, 1^o que chacune de ces révolutions se fait dans un cercle parallèle à l'équateur, par conséquent incliné de la même quantité que lui à l'horizon.

2^o Que ceux de ces astres qui appartiennent à l'hémisphère septentrional, décrivent depuis leur lever jusqu'à leur coucher des portions de cercles plus grandes, & demeurent plus de temps sur l'horizon que ceux de l'hémisphère méridional.

3^o Que ces différences vont en augmentant à proportion que ces astres sont plus loin de l'équateur de part & d'autre.

4^o Qu'à latitudes égales, ceux de l'hémisphère austral demeurent autant de temps sous l'horizon que ceux de l'hémisphère boréal en passent dessus.

5° Que les étoiles qui répondent à une distance de l'équateur vers le Sud, plus grande que de 41 degrés, ne paroissent jamais sur l'horizon; & que celles qui s'écartent de ce cercle de 41° vers le Nord, font leurs révolutions entieres sur l'horizon, & ne se couchent jamais.

Quant aux astres qui passent, comme nous l'avons déjà dit, d'un hémisphere à l'autre, tels que le Soleil, la Lune, & les autres planetes, les arcs qu'ils décrivent sur l'horizon, & le temps qui s'écoule depuis leur lever jusqu'à leur coucher, ont les mêmes rapports entr'eux que ceux des étoiles qui sont dans les mêmes zones du Ciel; c'est-à-dire, par exemple, que quand le Soleil a passé l'équateur, & qu'il est dans l'hémisphere septentrional, il est plus long-temps sur l'horizon que dessous, les jours sont plus longs que les nuits, & d'autant plus longs que cet astre est plus avancé dans cet hémisphere; c'est tout le contraire, avec les mêmes proportions, lorsqu'il est dans l'hémisphere austral; & il en est de même de la Lune.

On voit aisément que tout ce qu'il y a de particulier pour cette position de la sphere, résulte nécessairement du mouvement diurne & réel de la Terre, eu égard à l'obliquité de son axe de rotation : car chaque lieu du globe terrestre faisant une révolution circulaire, l'astre qui se trouve vis-à-vis de lui, quand il la commence, doit répondre successive-ment & en sens contraire à tous les points d'un pareil cercle. Cette correspondance suivie, donne donc à l'astre une apparence de circulation qui doit imiter en tout le mouvement réel qui en est la cause. Voilà pourquoi les étoiles qui correspondent à ceux des paralleles terrestres que l'élévation du pole tient tout entier hors de l'horizon, paroissent circuler de maniere qu'elles ne se couchent jamais, & que celles qui sont dans le cas opposé ne se levent point. Voilà pourquoi tous les autres astres intermédiaires paroissent circuler obliquement à l'horizon, & demeurent dessus d'autant plus long-temps qu'ils répondent à des paralleles moins distants du pole

arctique. Disons un mot de la sphère
parallele.

XVIII.
LEÇON.

La Sphère
paral-
lele.

J'AI déjà dit qu'on appelle ainsi la sphère d'un lieu dont l'horizon est dans le plan même de l'équateur, (*fig. 24*) : il faut pour cela avoir son zénith au pôle du monde ; un homme placé en tel endroit sur la terre , par exemple , au pôle arctique , ne pourroit voir que cette moitié du Ciel qu'on nomme *l'hémisphère septentrional* ; toutes les autres étoiles seroient perpétuellement cachées pour lui , puisqu'elles seroient à son égard au-delà de l'équateur , qu'on suppose confondu avec l'horizon. Cet homme debout tourneroit comme sur un pivot de droite à gauche ; mais comme ce mouvement , qui seroit très-égal & fort lent , puisqu'il ne lui feroit faire qu'un tour en 24 heures , ne changeroit rien au rapport qu'ont avec lui les objets terrestres ; il ne manqueroit pas de l'attribuer aux différentes parties du Ciel , parce qu'il leur verroit changer continuellement de position , relativement à lui , & dans un sens opposé ; il croi-

soit donc les voir tourner de gauche à droite autour de lui.

Les étoiles lui paroîtroient décrire des cercles entiers , tous parallèles entr'eux & à l'horizon , parce que dans cette position de la sphere dont il s'agit ici , le zénith qui est le pole de l'horizon , se trouve être aussi celui du monde , sur lequel roulent tous ces mouvements apparents : & par la même raison les astres les moins élevés lui paroîtroient faire leurs révolutions dans de plus grands cercles que les autres.

Les planetes ayant leurs mouvements propres dans des orbites qui ne s'écartent pas bien considérablement du plan de l'écliptique , se trouvent par conséquent comme ce cercle , tantôt d'un côté de l'équateur , tantôt de l'autre , c'est-à-dire , dans un temps au-dessus , & dans un autre temps au-dessous de l'horizon. Chacune d'elles ayant , comme les étoiles , des révolutions apparentes & circulaires de 24 heures , ne cesse pas d'être visible pendant la moitié du temps qu'il lui faut pour parcourir son ellipse. L'habitant du pole ,

s'il y en a , voit donc circuler le Soleil pendant six mois autour de lui , & la Lune pendant 14 jours & quelque chose de plus ; après quoi il feroit autant de temps sans les revoir , si des causes particulieres , dont je parlerai par la suite , ne prolongeoient la présence de ces astres au-delà du temps qu'ils ont à être sur l'horizon ; mais tout ceci s'entendra mieux après l'opération suivante du planétaire.

HUITIEME OPERATION.

REMETTEZ toutes les pieces du planétaire dans l'état où elles étoient au commencement de l'opération précédente , & comme elles sont représentées par la figure 20.

Faites tourner la grande platine avec la manivelle , jusqu'à ce que le globe terrestre ait fait un tour entier autour de la boule dorée qui représente le Soleil ; mais ayez soin d'arrêter de temps en temps , pour faire tourner avec la main la Terre sur son axe.

En procédant ainsi , vous observerez , 1^o que la Terre , en faisant une

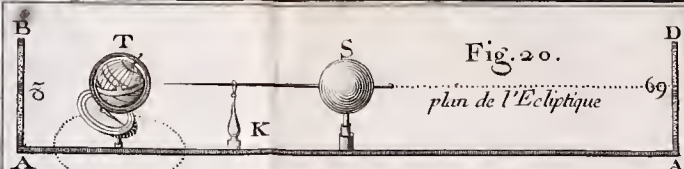


Fig. 22.

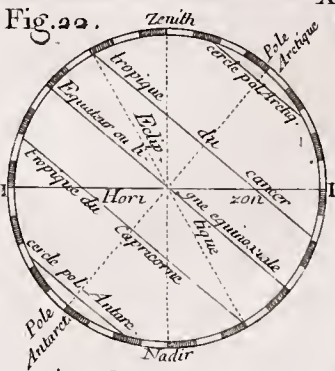


Fig. 23.

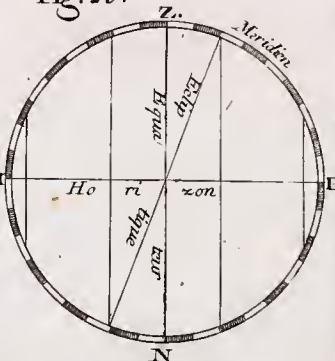


Fig. 21.

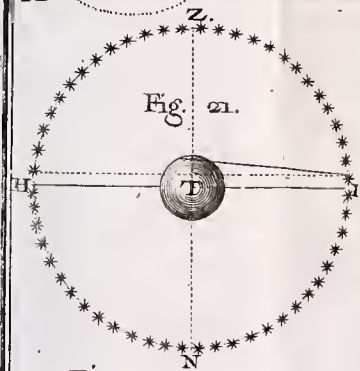
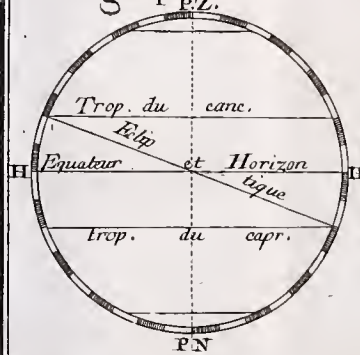


Fig. 24. p.L.



une révolution entière autour du Soleil , d'Occident en Orient ; ou ce qui est la même chose , suivant l'ordre des signes du Zodiaque , voit cet astre répondre successivement , & dans le même sens , à tous ces mêmes signes ; & comme l'orbite qu'elle décrit est dans le plan de l'écliptique , cette ligne ou ce cercle représente dans le Ciel la circulation apparente du Soleil , ou ce qu'on appelle *son mouvement annuel*. Le Lecteur qui n'aura pas sous les yeux notre planétaire artificiel , comprendra aisément ceci par l'inspection de la *figure 25*. Car quand la Terre est en *a* , vis-à-vis du signe du Capricorne , elle rapporte le Soleil à celui du Cancer qui est le point du Zodiaque diamétralement opposé à celui auquel elle répond ; & à mesure qu'elle avance en *b* & en *c* , &c. ce qui la met successivement vis-à-vis des signes du Verseau , des Poissons , &c. le Soleil qu'elle voit toujours dans un lieu du Ciel directement opposé à celui auquel elle répond , lui semble passer du Cancer au Lion , de celui-ci à la

Vierge, &c. En un mot, tandis qu'elle décrit par un mouvement réel l'arc abc de son orbitre, il lui semble voir le Soleil parcourir l'arc ABC de l'écliptique.

2° Vous remarquerez que la Terre pendant tout le temps de sa révolution autour du Soleil, maintient constamment son axe incliné de 23 degrés & demi au plan de l'écliptique; ce qui fait que l'aiguille qui représente un rayon central du Soleil, ne répond pas toujours aux mêmes parties du globe.

Car, par exemple, lorsque le globe terrestre répond au signe du Capricorne, comme T , (*fig. 20*), & qu'il voit le Soleil S vis-à-vis du signe de l'Ecrevisse (ou du Cancer ;) si on lui fait faire un tour entier sur son axe, le bout de l'aiguille décrit sur l'hémisphère septentrional un des paralleles de l'équateur, celui qui en est éloigné de 23 degrés & demi à peu près, & qu'on nomme *le tropique du Cancer*.

Qu'on fasse avancer le petit globe d'un ou deux signes, en faisant tourner la grande platine, alors le Soleil

à son égard paroîtra s'être avancé d'autant dans la partie opposée de l'écliptique ; & s'il fait une révolution sur son axe , on verra que l'aiguille ne trace plus le même parallèle que ci-devant , mais un autre qui est plus près de l'équateur.

Quand il sera arrivé au premier degré du Bélier , s'il tourne encore sur son axe , l'aiguille se trouvera directement vis-à-vis l'équateur , & parcourra tous les points de ce cercle dans une révolution entière.

En continuant de faire ainsi avancer le globe terrestre dans son orbite : & en le faisant tourner de temps en temps sur son axe , on peut aisément remarquer que l'aiguille décrit ensuite dans l'hémisphère méridional des parallèles qui s'éloignent de plus en plus de l'équateur , jusqu'à la distance de 23 degrés & demi. Le dernier qui touche ce terme est ce qu'on nomme *le tropique du Capricorne* , parce qu'alors la terre répondant au signe de l'Ecrevisse , voit le Soleil comme si cet astre étoit dans le signe qui est diamétralement opposé.

100 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

Après cela on verra l'aiguille se rapprocher peu à peu de l'équateur, & tracer encore une fois ce cercle, quand le globe terrestre répondra au premier degré de la balance ; & il continuera des tracer des paralleles qui s'éleveront de plus en plus au-dessus de l'équateur ; jusqu'au tropique du Cancer ; ce qui arrivera quand le globe sera revenu au premier degré du Capricorne d'où il étoit parti.

3° On peut voir de même ce qui résulte des deux mouvements annuel & diurne de la Terre , par rapport aux différentes positions de la sphere , en faisant varier l'horizon du petit globe terrestre : on reconnoîtra , par exemple , pourquoi dans la sphere droite il regne un équinoxe perpétuel ; car en quelqu'endroit de son orbite que soit la Terre , en la faisant tourner sur son axe , on verra toujours que les paralleles tracés par l'aiguille qui représente le rayon central du Soleil , sont coupés en deux parties égales ; ce qui signifie que dans tous les temps de l'année , les jours sont égaux aux nuits.

EXPÉRIMENTALE. 101

Si la sphere est parallèle , on reconnoitra par le même moyen comment , dans toute une année , il n'y a qu'un seul jour de six mois , & une seule nuit qui dure autant , à en juger par la présence du Soleil sur l'horizon , & par son absence : car l'aiguille qui représente cet astre ou son action directe , trace des parallèles dans l'hémisphere septentrional , qui est dans cette supposition tout entier au-dessus de l'horizon , pendant les six mois que la Terre met à parcourir la partie de son orbite qui répond aux six signes méridionaux ; & elle ne cesse de les tracer dans l'autre hémisphere , quand la Terre parcourt l'autre moitié de son orbite qui répond aux signes septentrionaux.

Enfin l'on peut voir de même comment se font les accroissements & décroissements des jours & des nuits dans la sphere oblique , ainsi que les deux équinoxes. Car tous les parallèles décrits par l'aiguille qui tient lieu de rayon solaire , étant coupés obliquement par l'horizon , il est évident qu'il n'y a que ceux

XVIII.
LEÇON.

qui passent sur l'équateur même qui soient partagés en deux parties égales, & que les arcs de ces parallèles qui sont au-dessus de l'horizon, & qui représentent la durée de chaque jour, sont plus grands dans celui des deux hémisphères qui a le pôle élevé, que dans l'autre dont le pôle est abaissé au-dessous de l'horizon; différences qui vont en augmentant depuis l'équateur jusqu'aux tropiques de part & d'autre.

Et comme le petit globe terrestre, en parcourant toute son orbite, présente deux fois son équateur à l'aiguille; savoir, lorsqu'il répond au premier degré du Bélier, & lorsqu'il est vis-à-vis le premier degré de la Balance, il est aisé de comprendre pourquoi, avec cette position de la sphère, il y a dans le cours d'une année, deux équinoxes, à six mois l'un de l'autre.

A P P L I C A T I O N S.

Mou-
vement
annuel
du So-
leil.

ON VOIT donc, par la huitième opération du planétaire, que dans le système dont nous avons fait choix, la révolution annuelle du

Soleil dans l'écliptique, n'est qu'une apparence, comme le mouvement diurne de cet astre ; cependant il est passé en usage d'en parler comme d'une réalité : ainsi pour nous conformer au langage reçu, nous dirons que dans le cours d'une année, le Soleil parcourt les douze signes du Zodiaque, en se contenant toujours dans l'écliptique ; qu'il passe deux fois sur l'équateur, en allant & en revenant d'un tropique à l'autre ; qu'il n'excede jamais ces deux termes, & que les deux jours où il s'y trouve s'appellent pour cela l'un *le solstice d'Été*, l'autre *le solstice d'Hiver* ; comme les deux intersections de l'équateur avec l'écliptique, qui sont au premier point du signe du Bélier, & au premier point du signe de la Balance, se nomment *l'équinoxe du Printemps* & *l'équinoxe d'Automne*.

SUR QUOI il est bon de remarquer qu'il ne faut pas confondre au Ciel, le signe avec la constellation dont il porte le nom. Lorsque les anciens Astronomes imaginèrent de former le Zodiaque, ils le divisèrent en douze parties égales de 30

XVIII.
LEÇON.

Distinction à faire entre les Signes & les Constellations dont ils portent les noms.

degrés chacune , & prirent pour premier point de ce cercle une étoile qui est à l'oreille du Bélier ; alors cette constellation occupoit assez exactement la premiere des 12 divisions du Zodiaque ; le Taureau répondoit à la 2^e , les Gémeaux à la 3^e , & ainsi des autres : mais ce point du Ciel où se fait l'équinoxe du Printemps , & où étoit autrefois l'étoile dont je viens de faire mention ; ce point , dis-je , par des causes que je supprime ici , récule tous les ans de 50 secondes de degrés (*a*) ; ce qui fait que tout le Ciel étoilé paroît avancer d'autant. Or cet effet s'étant multiplié avec le temps , aujourd'hui les constellations du Zodiaque sont avancées presque d'une douzieme partie de ce cercle ; de sorte que chacune d'elles ne répond plus à la division à laquelle elle appartenoit autrefois ; celle du Bélier , par exemple , se trouve pres-

(*a*) C'est ce mouvement qu'on nomme en Astronomie *la précession des Equinoxes*. Voyez les Leçons Elémentaires d'Astronomie de l'Abbé de la Caille, N^{os} 28, 491, 630, 764, 767.

que toute entière à la place du Taureau , celui-ci à celle des Gémeaux , &c.

Mais malgré ce déplacement des figures , on a toujours conservé les 12 premières divisions du Zodiaque ; & c'est-là , à proprement parler , ce que les Astronomes appellent les 12 signes , & qu'ils distinguent toujours par les noms de ces constellations qui leur appartenoient anciennement.

Pour faciliter l'intelligence des principaux phénomènes , qui résultent des deux mouvements annuel & diurne de la Terre , nous avons alternativement suspendu l'un pour considérer l'autre , ce qui a donné lieu à quelques inexactitudes qu'il est à propos de corriger. Nous avons regardé les révolutions apparentes & diurnes du Soleil , comme autant de cercles parallèles à l'équateur ; & cela seroit en effet , si la Terre demouroit fixe dans un point de son orbite , tandis qu'elle fait un tour sur son axe devant le Soleil ; car alors les points de sa surface éclairés successivement par le rayon cen-

tral de cet astre, formeroient ensemble un vrai cercle, une courbe rentrante sur elle-même. Mais si l'on considère que la Terre s'avance dans son orbite en même temps qu'elle tourne devant le Soleil, on conviendra que la trace que laisseroit sur sa surface un seul & même rayon solaire, doit être une espèce de spirale qui vient finir à côté de l'endroit où elle a commencé, & qui s'éloigne ou s'approche de l'équateur, suivant que le Soleil va vers l'un des tropiques, ou qu'il en revient. Imaginez une pelote qu'on fait tourner devant vous pour recevoir en dévidant un fil qui vient de votre main, & qu'on la fait avancer insensiblement de droite à gauche, ou dans le sens contraire, afin que les circonvolutions du fil s'arrangent les unes à côté des autres; voilà l'image des révolutions diurnes du Soleil autour de la Terre; celle-ci est la pelote, votre main est l'astre, le fil est le rayon central ou direct.

Mouvement
diurne
du Soleil
plus lent

SI LE Soleil n'avoit que le mouvement apparent qui résulte de la rotation de la Terre sur son axe, ce

mouvement qui lui feroit commun avec les étoiles , auroit la même durée pour lui que pour elles , & ne seroit fujet à aucune variation ; ainfi celles qui auroient une fois passé au méridien avec lui , y passeroient toujours ; la nuit d'été comme la nuit d'hiver , nous offriroit constamment les mêmes constellations ; mais cet astre , à cause du mouvement annuel de la terre , & parce qu'elle a toujours son axe incliné du même sens , paroît décrire d'Occident en Orient , dans l'espace d'une année , un grand cercle que nous avons nommé *l'Ecliptique* , & qui par son obliquité s'écarte de 23 degrés & demi de part & d'autre de l'équateur ; delà il arrive que quand l'étoile , avec laquelle le Soleil étoit parti du méridien , revient y passer après une révolution diurne , il s'en faut d'une certaine quantité que le Soleil n'y soit encore parvenu ; & les quantités se multipliant tous les jours , font que les étoiles précédent de plus en plus le Soleil : de sorte qu'au bout de six mois elles ont gagné douze heures d'avance sur lui , & qu'à une

XVIII.
LEÇON.

que celui
des étoi-
les fixes.

Effet de
ce retar-
dement.

heure donnée de la nuit , l'hémisphère étoilé qui est sur l'horizon , est celui qui fix mois auparavant étoit dessous , à pareille heure ; cela est exactement ainsi pour ceux qui ont la sphère droite ; & dans le cours d'une année les habitants de la sphère oblique , voient successivement toutes les constellations qui peuvent passer sur leur horizon ; car celles qui y sont de jour dans une saison , s'y trouvent de nuit dans une autre. Quant à ceux de la sphère parallèle , leur horizon concourant avec l'équateur , ils ne voient jamais que le même hémisphère du Ciel étoilé.

Le Soleil plus long temps dans les signes septentrionaux que dans les signes méridionaux.

COMME le mouvement annuel du Soleil n'est qu'une apparence causée par le mouvement réel de la Terre dans son orbite , & que cette orbite est , comme nous l'avons dit , une ellipse dont l'un des foyers est occupé par le centre du Soleil , il est aisé de voir , en jettant les yeux sur la *figure 25* , que cet astre doit paroître plus long-temps dans les *six signes septentrionaux* , le Bélier , le Taureau , les Gémeaux , l'Ecrev

visible , le Lion & la Vierge , que dans les six autres , qu'on appelle *méridionaux* (a) ; car la terre ayant son aphélie dans la partie de son orbite qui regarde ceux-ci , doit y séjourner plus long-temps par deux raisons : la première , parce que cette partie de l'ellipse est plus grande que l'autre ; la seconde , parce que , comme je l'ai dit dans la première Section , le mouvement d'une planète quelconque se ralentit à mesure qu'elle s'éloigne de son astre central.

LE SOLEIL étant de tous les astres que nous pouvons voir , le plus grand , le plus lumineux , le plus commode à observer , il étoit naturel de choisir de préférence ses mouvements pour mesurer le temps ; aussi voyons-nous que dès les premiers âges du monde , tous les peuples , d'un commun accord , ont compté par les révolutions de cet astre la durée des êtres & celle des actions : on a fait servir la Lune aux mêmes usages , parce qu'elle est visible aussi par toute la terre , &

XVIII.
LEÇON.

Mesure
du temps
tirée des
mouve-
ments du
Soleil ,
& de
ceux de
la Lune.

(a) La différence est de 9 jours.

110 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII. LEÇON. qu'elle offre par ses différentes phases des époques très-remarquables ; mais les secours qu'on en tire ne sont ni aussi généralement , ni aussi facilement employés que les apparences périodiques du Soleil.

**Divi-
sion du
temps.** LE TEMPS se divise en siècles , en années , en mois , en semaines , en jours , en heures , en minutes , en secondes , en tierces , &c. Ceci est suffisamment connu de tout le monde ; mais il y a quelque chose à remarquer au sujet des jours , des mois & des années.

**Le jour
naturel
ou astro-
nomi-
que.** CHAQUE tour entier de la Terre sur son axe , occasionne , comme je l'ai déjà dit plusieurs fois , une révolution apparente du Soleil autour de la Terre. C'est-là ce qu'on nomme *le jour naturel ou astronomique* : c'est la quantité de temps qui s'écoule entre l'instant où le Soleil passe au méridien , & l'instant où il y arrive le lendemain. Mais j'ai fait observer ci-dessus que le Soleil à chaque révolution revient un peu plus tard au méridien , que le point du Ciel ou de la Terre avec lequel il y a passé le jour précédent ; & ce petit

EXPÉRIMENTALE. III

retard n'est pas toujours de la même quantité. Delà il arrive que les jours naturels, dans les différents temps de l'année, ne sont point égaux entr'eux. Les Astronomes les rappellent à l'égalité en divisant la somme du temps que le Soleil emploie à parcourir l'écliptique dans le cours d'une année, en autant de parties égales qu'il en faut pour en assigner 24 à chaque jour.

XVIII.
LEÇON.

AU MOYEN de cette équation, nous avons deux sortes d'heures à distinguer, les unes qui sont toujours égales entr'elles, c'est ce qu'on appelle *le temps moyen*; les autres qui sont affectées des inégalités qui se trouvent dans le mouvement diurne du Soleil; c'est ce qu'on nomme *le temps vrai*. Un bon cadran solaire montre les heures du temps vrai, une montre ou une pendule bien réglée, montre celles du temps moyen; il y en a dont le rouage est tellement construit, qu'elles marquent l'un & l'autre temps par différentes aiguilles; on les nomme pour cela *Horloges ou Pendules à équations*. (a)

Temps
vrai &
temps
moyen;
différence
de
l'un à
l'autre.

(a) Voyez dans le Livre que l'Académie

XVIII.
LEÇON. En Astronomie, on est dans l'usage de compter les 24 heures de suite d'un midi à l'autre, ainsi après minuit on continue par les nombres 13, 14, &c. Mais dans l'usage civil on partage ordinairement le jour naturel en deux parties égales de 12 heures chacune : cependant il y a encore quelques nations qui font sonner les 24 heures de suite aux horloges publiques ; ce qui est très-incommode, sur-tout quand on fait, comme les Italiens, finir & recommencer le jour au coucher du Soleil ; car dans la sphere oblique, cette époque varie continuellement.

Le jour artificiel ou civil ; la nuit, les crépuscules.

DANS tous les endroits de la Terre où le Soleil fait une partie de sa révolution diurne sur l'horizon, & l'autre dessous, on appelle la première *le jour artificiel*, & la seconde est ce qu'on nomme *la nuit*. En parlant des trois principales positions de la sphere, nous avons vu dans quel

Royale des Sciences fait publier tous les ans, sous le titre de *Connoissance des Temps ou des Mouvements célestes*, les différences du temps vrai au temps moyen pour chaque jour de l'année, 5^e & 6^e colonnes de la seconde page de chaque mois.

quel rapport l'un est à l'autre pour la durée, en égard seulement à la présence & à l'absence du Soleil déterminée par l'horizon ; mais il me reste à dire que la clarté ou l'illumination causée par cet astre, commence avant qu'il soit levé, & subsiste encore quelque temps après qu'il est couché, parce que la lumière qu'il lance dans la partie haute de l'atmosphère, s'y répand d'une manière vague, & se réfléchit en grande partie vers la surface de la Terre ; c'est ce que l'on nomme les *Crépuscules* : celui du matin se distingue de celui du soir par le nom d'*Aurore* qu'on lui donne, & le commencement de l'aurore est le *point du jour*.

On a observé que le crépuscule commence le matin lorsque le Soleil est encore à 18 degrés au-dessous de l'horizon, & qu'il ne finit le soir que quand cet astre est descendu de la même quantité au-dessous : or comme le Soleil parcourt par heure 15 degrés de l'équateur ou d'un de ses paralleles, il faut conclure, 1^o que dans la sphere droite, au temps

XVIII.
LEÇON.

XVIII.
LEÇON.
des équinoxes , les crépuscules doivent durer chacun une heure & 12 minutes , comme cela arrive en effet : ainsi le jour qui n'y devoit durer que 12 heures , eu égard seulement à la présence du Soleil , se trouve augmenté par-là de deux heures 24 minutes : & dans les autres temps de l'année , cela varie à proportion de la distance du Soleil à l'équateur.

2° Que les crépuscules en été , sont d'autant plus longs que le pôle est plus élevé ; de sorte que si la latitude du lieu est telle que le Soleil à minuit ne soit pas tout-à-fait de 18 degrés au-dessous de l'horizon , comme cela est dans le climat de Paris , il n'y a point de nuit close pendant tout le mois de Juin & une partie de Juillet.

3° Et quant à la sphere parallele , il est évident , par le même principe , que l'Aurore doit y durer environ deux mois , & qu'il doit y faire clair encore autant de temps après le coucher du Soleil.

Indépendamment des crépuscules qui augmentent , comme on vient de le voir , la durée du jour artificiel ,

il est encore une cause qui concourt XVIII.
LEÇON.
 au même effet , en nous faisant voir
 le Soleil sur l'horizon avant qu'il y
 soit réellement , & qui retarde son
 coucher apparent : c'est la réfraction
 que la lumière de cet astre éprouve
 en entrant obliquement dans l'athmos-
 phère terrestre , & qui plie ses rayons
 vers la surface de la Terre. Voyez ce
 que j'ai dit de la réfraction par rap-
 port aux astres en général. *Tome V.*
pag. 268 & suiv.

SEPT jours naturels ou astrono- Jours
de la se-
maine.
 miques composent une semaine , &
 se distinguent par des noms que tout
 le monde fait ; *Lundi* , *Mardi* , &c.
 Nous avons reçu ces noms des an-
 ciens Astronomes , qui avoient con-
 sacré les jours de la semaine aux
 principales planètes ; le 1^{er} au Soleil ,
dies Solis , que les Chrétiens ont ap-
 pellé le jour du Seigneur , *dies Domi-*
nica , en Français *Dimanche* ; le 2^e à
 la Lune , *Lunæ dies* , *Lundi* ; le 3^e à
 Mars , *Martis dies* , *Mardi* ; le 4^e à
 Mercure , *Mercurii dies* , *Mercredi* ; le
 5^e à Jupiter , *Jovis dies* , *Jeudi* ; le 6^e à
 Vénus , *Veneris dies* , *Vendredi* ; & en-
 fin le 7^e à Saturne , *Saturni dies* ,

116 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON. dont nous avons fait le mot *Samedi*.

L'Eglise appelle *féries*, tous les autres jours de la semaine après le Dimanche, & elle les distingue par leur rang; ainsi le Lundi est la 2^e férie, le Mardi la 3^e, le Mercredi la 4^e, &c.

Mois
solaires. IL Y A dans chaque mois la valeur de 4 semaines, & quelques jours de plus dans le mois solaire; car il y en a communément 30 ou 31, pour répondre à peu près au temps que le Soleil met à parcourir un signe ou la 12^e partie du Zodiaque. On saura tout d'un coup les mois qui ont 31 jours, & ceux qui n'en ont que 30, en retenant les quatre vers qui suivent.

Trente jours a Novembre,
Juin, Avril & Septembre:
De vingt-huit il y en a un,
Tous les autres ont trente & un.

Tout le monde fait que celui de 28 jours est *Février*.

Les Romains n'eurent d'abord que dix mois, dont le premier étoit celui de Mars. C'est pourquoi nos quatre derniers mois portent aujourd'hui des noms qui ne répondent plus au rang qu'ils tiennent, mais bien à

celui qu'ils avoient autrefois , *Sep-*
tembre , Octobre , Novembre , Décembre ,
 c'est-à-dire , le septieme , le huitié-
 me , le neuvieme , le dixieme. Mais
 comme ces dix mois ne remplissoient
 pas , à beaucoup près , le temps que
 le Soleil met à parcourir les douze
 signes du Zodiaque , les saisons se
 trouvoient par-là fort dérangées
 d'une année à l'autre ; on sentit bien-
 tôt cet inconvénient , & l'on y re-
 média en partie , en ajoutant deux
 nouveaux mois , *Janvier & Février* ,
 que l'on plaça immédiatement avant
 celui de Mars : de sorte que celui-ci ,
 qui jusques-là avoir été le premier de
 l'année , devint le troisieme par cette
 addition.

TANDIS que la Terre fait une ré-
 volution entiere dans son orbite ,
 elle tourne sur son axe 365 fois &
 un quart , à peu près : cela veut dire ,
 selon les mouvements apparents , &
 selon les expressions usitées , que
 l'année solaire est de 365 jours &
 près de 6 heures ; en prenant ces six
 heures excédentes pour completes ,
 on convint de les employer , en fai-
 sant tous les quatre ans une année qui

l'année
 solaire ,
 commu-
 ne , &
 bissexti-
 le.

XVIII.
LEÇON. auroit un jour de plus que les autres. Cette année de 366 jours fut nommée *Bissexile*, parce que le jour qu'elle avoit de plus que l'année commune, fut placé immédiatement après le 23 de Février, qui suivant la maniere de compter des Romains, étoit le 6^e avant les Calendes de Mars : ainsi, parce qu'on disoit *deux fois* cette année-là, *sexto Calendas Martii*, le jour intercalé fut nommé *bis-septe*, & l'année où il avoit lieu, *bis-sextile*.

Réforme
du Ca-
lendrier
sous le
Pontifi-
cat & par
les soins
de Gré-
goire 13.

CET arrangement, qui se fit sous l'empire de Jules-César (a), supposoit, comme on voit, que les six heures excédentes de l'année commune, étoient complètes ; mais elles ne le sont pas, & quoiqu'il n'y manque que quelques minutes, cette petite quantité répétée pendant un grand nombre d'années, devint pourtant si considérable qu'à la fin du 16^e siècle, les équinoxes étoient dérangés de 10 jours. Le Pape Grégoire XIII ordonna, par une Bulle du 24 février 1582, que ces 10

(a) C'est de là que vient le nom d'année *Julienne*.

jours de trop seroient retranchés , & que le 5 Octobre suivant seroit le 15 du même mois. La plupart des Etats Catholiques reçurent cette réforme. Henri III ordonna par un Edit publié à Paris au mois de novembre 1582 , que le 9 décembre suivant étant expiré , le lendemain fût compté pour le 20 du même mois. Mais l'Angleterre (a) & quelques autres nations ne voulant point se conformer à cette correction , continuerent de dater leurs actes selon l'ancien Calendrier ; & c'est ce qui a donné lieu à la distinction du *vieux* & du *nouveau style* , dont on a coutume de faire mention par ces lettres V. S. & N. S. dans les écrits qui doivent passer d'une nation à l'autre.

Les Astronomes employés par Grégoire XIII à la réformation du Calendrier , non-seulement remédièrent aux erreurs que le temps passé avoit introduites , mais ils prévinrent encore celles que l'avenir pourroit causer :

(a) Par un acte émané du Parlement , la nation Angloise au mois de septembre 1752 , a adopté la réforme faite au Calendrier par le Pape Grégoire XIII.

120 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII. LEÇON. ayant observé que le biffexte ajoutoit en 4 ans 40 minutes plus que le Soleil n'emploie à retourner au même point du Zodiaque , ils fupputerent que ces minutes affemblées compoferoient un jour entier au bout de 133 ans. Ainfi , pour empêcher que cet excédent ne fit encore quelque dérangement , ils propoferent , & d'après leur avis il fut arrêté , que dans le cours de 400 ans , on omettroit trois biffextes. L'année 1700 pour cette raifon ne fut point biffextile ; 1800 & 1900 ne le feront point encore ; mais 2000 le fera.

Le Cycle folaire. LES 365 jours dont l'année commune eft compofée , forment 52 femaines & un jour : d'où l'on voit que s'il n'y avoit point d'année biffextile , les quanties des mois , & les jours de la femaine fe retrouveroient les mêmes de fept en fept ans ; mais l'année biffextile étant de 52 femaines & deux jours , le concours des quanties des mois avec les jours de la femaine , recule encore d'un jour tous les quatre

quatre ans ; en sorte que ce n'est qu'au bout de 28 ans que le même quantième peut se retrouver au même jour de la semaine , après en avoir parcouru tous les autres jours. Le même quantième pourra bien revenir au même jour plus d'une fois dans cet intervalle ; mais il n'aura pas encore parcouru tous les jours de la semaine. Cet intervalle de 28 ans est ce qu'on appelle *le Cycle solaire*.

L'année de la naissance de Jésus-Christ étoit la 10^e du cycle solaire ; ainsi pour trouver l'année du cycle solaire , qui répond à une année proposée de l'Ere Chrétienne ; pour trouver , par exemple , le cycle solaire pour l'année 1764 , il faut ajouter à 1764 le nombre 9 , & diviser la somme par 28 , le reste 9 de la division indique qu'en 1764 le cycle solaire est 9.

DANS le Calendrier de chaque année , il y a une lettre qui désigne le Dimanche , & qu'on nomme pour cela *Lettre Dominicale* ; c'est toujours une des initiales des mots latins que voici , *Dei, Cælum, Bonus, Accipe, Gratis, Filius, Esto*. On trouvera la Lettre

XVIII.
LEÇON.

Lettre
Domini-
cale.

dominicale qui convient à une année proposée, si l'on compte le cycle solaire de cette année circulairement sur quatre doigts, en prononçant de suite les mots précédents, *Dei*, *Cælum*, &c, chaque fois qu'on tombe sur le premier doigt on prononce deux de ces mots, & un seulement sur chacun des autres; la lettre que l'on cherche est la lettre initiale du mot qu'on prononce le dernier; en 1765, par exemple, où le cycle solaire est 10, le mot *filius* qui tombe au second doigt, indique que la lettre dominicale de cette année est *F*.

Quand l'année est bissextile, il y a deux lettres dominicales, dont la première sert jusqu'au 24 de Février, & la seconde pendant le reste de l'année; ainsi en 1764 le doigt par où l'on finit de compter étant le premier, on y prononce deux mots, qui dans le cas présent sont *accipe*, *gratis*; ce qui désigne que *A* & *G* sont les deux lettres dominicales de cette année.

Le cycle solaire sert encore à trouver par quel jour de la semaine

commence tel ou tel mois. Il faut pour cela connoître *la lettre Fériale*, chaque mois a la sienne : ces lettres sont les initiales des mots suivans, *A, Dieu, Donc, Gassion, Brave, Et, Généreux, Commandant, Fidele, Appui, Des, Français.* La premiere *A*, est celle de Janvier, la seconde *D*, est celle de Fevrier, &c.

XVIII.
LEÇON.

Il faut comparer la lettre fériale à la lettre dominicale ; si elle est la même, le mois commence par un Dimanche ; si la fériale suit immédiatement la dominicale, ou si elle la précède, selon l'ordre alphabétique, le mois commencera par un Lundi dans le premier cas, ou par un Samedi dans le second, &c.

S'il étoit question, par exemple, de savoir par quel jour de la semaine commencera le mois d'Août de l'année 1764 ; le cycle solaire étant 9, la lettre dominicale sera *G*, la lettre fériale est *C*, laquelle répond au Mercredi ; ainsi le premier d'Août 1764 doit être un Mercredi.

L'ANNEE se partage en quatre saisons, qui sont le Printemps, l'Eté, l'Automne & l'Hiver ; chacune

Les Saisons.

d'elles dure autant de temps que le Soleil en met à parcourir trois signes du Zodiaque , ce qui comprend l'espace de trois mois. Pour les climats qui sont entre l'équateur & le pôle arctique , le Printemps commence lorsque le Soleil entre au signe du Bélier ; ce qui arrive le 20 de Mars ou environ , & finit quand cet astre arrive au signe de l'Ecrevisse , le 21 de Juin ; alors l'Eté commence & dure jusqu'au 22 de Septembre, jour auquel le Soleil entre au signe de la Balance ; l'Automne commence ce jour-là, & finit quand le Soleil se trouve au 1^{er} degré du Capricorne, c'est-à-dire, au 21 Décembre ; l'Hiver commence alors, & dure jusqu'au 20 Mars.

Quand il est l'Hiver pour les climats septentrionaux , il est l'Eté pour ceux de l'hémisphère méridional qui leur correspondent ; il en est de même pour l'Automne & pour le Printemps. Entre les deux tropiques il n'y a dans toute l'année , à proprement parler , qu'un Hiver & un Eté , si l'on en juge par le chaud & le froid. Mais au-delà des tropiques ,

les quatre saisons se distinguent très-sensiblement ; l'Hiver par le grand froid , l'Été par la grande chaleur , le Printemps & l'Automne par des températures moyennes.

Le froid qui se fait sentir en Hiver , la chaleur qu'on éprouve en Été , ne viennent point , comme on pourroit se l'imaginer , de ce que le Soleil est plus ou moins éloigné de la Terre ; car au contraire c'est dans la dernière de ces deux saisons que cet astre est dans l'apogée , c'est-à-dire , qu'il est alors plus éloigné de nous , que dans tout autre temps de l'année. La cause principale de ces deux effets opposés , c'est qu'en Été les rayons solaires tombent sur la surface de la Terre moins obliquement qu'en Hiver , d'où il arrive que l'horizon en reçoit une plus grande quantité. Ajoutez à cela que les jours d'Été sont plus longs que ceux d'Hiver ; le Soleil restant plus long-temps sur l'horizon , l'échauffe davantage , & les nuits qui sont proportionnellement plus courtes , causent moins de refroidissement : cette dernière considération nous laisse à penser

que les peuples les plus voisins des poles , lesquels , eu égard à la grande obliquité des rayons solaires , ne devroient avoir , pour ainsi dire , que des Etés froids , ne laissent pas que d'éprouver des chaleurs assez grandes , parce que le Soleil est sur leur horizon pendant cinq à six mois , & qu'il y agit sans relâche.

La longueur des nuits entre les deux tropiques , avec les pluies qui y sont très-fréquentes , modere beaucoup la chaleur qui devroit y régner , eu égard à la direction des rayons solaires ; ce qui la rend le plus incommode , c'est qu'elle dure toute l'année ; car , pour l'intensité , les thermometres comparables que nous faisons voyager depuis environ 30 ans , nous apprennent constamment que sous l'équateur même (ce que les Marins appellent *la Ligne*) le plus grand chaud n'excede pas celui qu'on éprouve quelquefois en France.

Cependant comme dans cette partie de la Terre , la grande chaleur est perpétuelle , que dans le voisinage des poles le froid est tou-

jours excessif en hiver, & que par-tout ailleurs le froid & le chaud sont ordinairement modérés, on a partagé à cet égard la surface de la Terre en cinq Zones, ou bandes circulaires; savoir, une qu'on nomme la Zone *torride* qui est contenue entre les deux tropiques; deux qu'on appelle les Zones *glaciales* ou *froides*, qui s'étendent depuis les poles jusqu'au $66^{\circ} \frac{1}{2}$ degrés de latitude où est le cercle polaire, & deux à qui l'on a donné le nom de Zones *tempérées*, & qui ont pour limites dans chaque hémisphere, le tropique d'une part, & le cercle polaire de l'autre.

Il ne nous convient pas d'entrer dans un plus grand détail, touchant la surface de la Terre, c'est dans les traités de Géographie qu'il faut chercher ce qui manque ici; voyons ce qui concerne la Lune.

NEUVIEME OPÉRATION.

OTEZ le globe terrestre; ajustez au canon de cuivre qui est au centre du cercle lunaire, la piece marquée *L*, que vous trouverez dans le coffret, & qui est représentée par la

figure 26. Tournez cette piece de façon que la petite boule qui représente le globe de la Lune, se trouve directement entre le centre du cercle lunaire, & la boule dorée *S* qui représente le Soleil au milieu de la grande platine, & que sa partie blanche regarde la boule dorée : remettez le globe terrestre comme il étoit pour la 8^e opération : toutes les pieces ensemble sont représentées par *la figure 27.*

Si vous faites tourner la grande platine par le moyen de la manivelle, vous pourrez observer ce qui suit :

1^o Tandis que le globe terrestre parcourt un signe entier du Zodiaque, la petite boule qui représente la Lune, fait presque une révolution autour d'elle.

2^o La petite boule, lorsqu'elle est entre la Terre & la boule dorée *S*, a sa partie blanche entièrement tournée vers celle-ci, & sa partie noire regarde le globe terrestre.

3^o Quand la Terre se trouve entre la boule dorée & la petite Lune, celle-ci a toute sa partie blanche tournée directement vers la Terre.

4° Dans toutes les autres positions, l'hémisphère blanc de la petite boule ne se présente à la Terre qu'en partie, & plus ou moins suivant qu'elle est plus près ou plus éloignée de son opposition avec la boule dorée.

XVIII.
LEÇON.

A P P L I C A T I O N S.

Si l'on imagine le planétaire assez grand pour que le globe terrestre puisse être réputé sensiblement au centre, on concevra aisément qu'un Observateur placé sur la surface de la Terre, doit voir la Lune répondre successivement à tous les signes du Zodiaque, dans l'espace de temps qu'il faut à cette dernière planète pour faire une révolution entière autour d'elle : car l'orbite lunaire n'étant d'ailleurs inclinée que d'environ 5 degrés au plan de l'écliptique, elle se contient comme toutes les autres dans les limites de cette zone céleste.

Mouvements de
la Lune.

Si l'on se rappelle maintenant ce que nous avons dit plus haut, que tous les astres sans exception paroissent se mouvoir en 24 heures d'O-

rient en Occident, en vertu de la rotation diurne & réelle de la Terre, laquelle se fait en sens contraire, on verra tout d'un coup pourquoi la Lune se leve & se couche comme le Soleil.

Et puisque la Lune fait en moins d'un mois ce que le Soleil n'acheve qu'en un an, il faut que dans ce petit espace de temps, elle aille & revienne d'un tropique à l'autre, en passant deux fois sur l'équateur; que toutes ses révolutions diurnes soient sensiblement des paralleles à ce grand cercle; que dans la sphere droite, elle soit toujours autant de temps dessus que dessous l'horizon; que dans la sphere oblique, elle se fasse voir pendant un demi-mois dans les signes septentrionaux, & pendant le reste de sa lunaison dans les signes méridionaux, restant tantôt plus, tantôt moins sur l'horizon que dessous: qu'enfin dans la sphere parallele elle soit sur l'horizon environ 14 jours de suite, & autant dessous avant que de reparoitre: ce qui est très-conforme aux observations.

EXPÉRIMENTALE. 131

LE temps que la Lune emploie à faire une révolution entière dans son orbite , est de 27 jours 7 heures & environ 43 minutes. C'est ce qu'on appelle son *mois périodique*.

XVIII.
LEÇON.

Mois pé-
riodi-
que.

MAIS le temps qui s'écoule entre deux de ses conjonctions avec le Soleil , est de 29 jours & demi , parce que cet astre s'avance d'environ 27 degrés dans l'écliptique , tandis qu'elle fait sa révolution autour de la Terre ; ainsi il faut à celle-ci quelques jours de plus pour se retrouver en conjonction avec lui. Cet espace de temps de 29 jours & demi s'appelle le *Mois synodique* de la Lune ou *Lunaison*.

Mois
synodi-
que.

LA LUNE étant un corps opaque & sphérique , ne peut jamais avoir que la moitié de sa surface illuminée par le Soleil , comme nous l'avons remarqué au sujet des planetes en général : & comme l'hémisphère éclairé se présente diversement à nous dans le cours d'une lunaison , cela donne lieu à plusieurs phases remarquables , qui sont comme autant de points de division pour le mois synodique.

Phases
de la Lu-
ne.

132 LEÇONS DE PHYSIQUE


XVIII.
LEÇON.

Quand la Lune est en conjonction avec le Soleil , alors son épaisseur empêche totalement que sa partie éclairée ne puisse être apperçue de la Terre ; cela s'appelle *nouvelle Lune*.

Après quelques jours de marche dans son orbite , la Lune nous laisse appercevoir un peu de sa partie lumineuse , sous la forme d'un *Croissant* I , (*fig. 28*) qui a sa convexité tournée vers l'Occident , parce que le Soleil est alors de ce côté-là.

Sept jours ou un peu plus après la nouvelle Lune , nous voyons la moitié de la partie éclairée sous la forme d'un demi-cercle , quoique ce soit le quart d'une sphere ; cette apparence vient de ce que la convexité de la ligne *ab* , (2) ne peut s'appercevoir , l'œil étant à une trop grande distance , & dans le même plan qu'elle. Cette phase s'appelle *le premier quartier* de la Lune.

Quatorze jours & demi après la conjonction , la planete ayant parcouru la moitié de son orbite , a toute sa partie illuminée vers la Terre , & nous la voyons comme un

disque circulaire (3), quoique ce soit  un hémisphère ; mais comme rien n'indique à l'œil que les parties du milieu sont plus avancées vers lui que celles des bords , il les juge toutes sur un même plan ; c'est ce qu'on nomme la *pleine Lune*. Alors la planète est en opposition avec le Soleil.

XVIII.
LEÇON.

Enfin à compter de cette phase , la partie lumineuse va toujours en décroissant pour nous , à mesure que la Lune continue d'avancer dans son orbite , comme il est aisé de le comprendre par l'inspection seule de la *figure* (4 , 5 , 6) ; de sorte qu'au 22 on n'apperçoit plus qu'un quartier de la Lune , semblable à celui du 7 , avec cette différence qu'il a sa convexité apparente vers l'Orient , d'où lui vient alors la lumière du Soleil : c'est le *dernier quartier*.

Lorsque le croissant est encore fort étroit , on voit assez distinctement le reste du corps de la Lune ; ce qui produit ce phénomène , c'est la lumière du Soleil réfléchie par la surface de la Terre ; car notre globe fait à cet égard pour cette planète

134 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

ce qu'elle fait pour nous ; comme nous avons clair de Lune , elle a clair de Terre , & avec des phases semblables à celles qu'elle nous présente.

Retard
de la Lu-
ne dans
son
mouve-
ment
diurne.

LE LEVER de la Lune ou plutôt son passage au méridien , retarde tous les jours d'une quantité de temps qui varie : en prenant le terme moyen , ce retard est de 48 minutes ; cela vient de la même cause dont j'ai fait mention précédemment , pag. 107, en observant que le Soleil fait sa révolution diurne un peu plus lentement que le Ciel des étoiles fixes. Le retard de la Lune est beaucoup plus considérable , parce que la marche de cette planète dans son orbite est bien plus rapide que celle du Soleil dans l'écliptique.

Jour de
la Lune ,
ou son
mouve-
ment de
rotation
sur son
axe.

J'AI remarqué dans la première Section que la Lune nous montre toujours le même hémisphère ; on s'en aperçoit pas les taches qui paroissent toujours situées à peu près de même ; il faut , pour cet effet , qu'elle tourne sur son axe précisément dans le même espace de temps qu'elle emploie à faire sa révolution autour de la Terre.

CEPENDANT les Astronomes aperçoivent par un petit mouvement de ces mêmes taches , une sorte de balancement qu'ils appellent *libration* , & qu'ils attribuent , 1° à ce que la Lune , comme les autres planètes , va tantôt avec plus , tantôt avec moins de vitesse dans son orbite , tandis que sa rotation sur son axe est uniforme ; 2° à ce que le plan de son équateur est un peu incliné à celui de son orbite ; de ces deux causes il résulte , selon eux , que la Lune incline un peu tantôt l'un de ses poles , tantôt l'autre vers la Terre.

XVIII.
LEÇON.

Mouvement de libration de la Lune.

PAR CE QUE je viens de dire de la marche & des phases de la Lune , on voit que dans l'espace d'un mois cette planète se trouve une fois en conjonction , & une fois en opposition avec le Soleil ; ces deux positions ou passages , que les Astronomes appellent *Syzigies* , sembleroient devoir occasionner autant d'éclipses ; car la Lune étant un corps opaque , est bien capable de faire ombre sur la Terre en passant entr'elle & le Soleil , & de lui dérober pour un

La latitude de la Lune rend les éclipses plus rares.

temps la vue de cet astre. Et la Terre à son tour se trouvant entre les deux astres, au temps de leur opposition, pourroit bien, par la même raison, empêcher la lumière de l'un de parvenir jusqu'à l'autre. Cependant les pleines Lunes se passent très-souvent sans être éclipsées, ainsi que les nouvelles Lunes, sans que le Soleil le soit. Et quand l'un ou l'autre de ces deux astres s'éclipse, ce n'est pas toujours de la même quantité, ni par le même bord du disque.

Mouvement des nœuds de son orbite, contribue encore à rendre les éclipses moins fréquentes.

CE QUI fait qu'il n'y a pas tous les jours éclipse aux nouvelles & aux pleines Lunes, c'est premièrement, que l'orbite de la Lune est inclinée, comme je l'ai déjà dit, d'environ 5 degrés au plan de l'écliptique, & en second lieu, que les nœuds de cette orbite ont un mouvement progressif qui les fait changer de place à chaque lunaison. Arrêtons-nous un moment à ce dernier phénomène.

Le Cycle lunaire ou le Nombre d'or.

LE RETOUR de la Lune au Soleil se faisant après 29 jours 12^h. 44', les 12 lunaisons, au lieu de faire une année commune, ne font que 354 jours $\frac{1}{2}$, d'où il suit que si la Lune est nouvelle

velle au commencement de l'année , elle ne le fera pas au commencement de l'année suivante ; elle sera alors âgée de 11 jours. Au bout de 3 ans, il y aura 37 lunaïsons & environ trois jours de plus ; mais au bout de 19 ans les nouvelles & pleines Lunes se retrouvent aux mêmes quantités , & presqu'aux mêmes heures , parce que 19 ans , ou 228 de nos mois , répondent à un nombre exact de lunaïsons ; savoir , à 235. Cette révolution de 19 ans est ce qu'on nomme le *Cycle lunaire* , ou le *Nombre d'or*.

L'année de la naissance de Jésus-Christ étoit la 2^e du Nombre d'or ; c'est pour cela que pour avoir le Nombre d'or qui répond à telle ou telle année de l'Ere chrétienne , il faut ajouter 1 à cette année , & diviser le tout par 19 ; ce qui reste est le nombre qu'on cherche. Ainsi pour l'année 1764 , par exemple , il faut diviser la somme 1765 par 19 , il reste 17 qui est le Nombre d'or pour l'année 1764.

LES lunaïsons ne reviennent pas précisément à la même heure tous les 19 ans ; la différence monte à

Les
Epâctes.

138 LEÇONS DE PHYSIQUE

XVIII.
LEÇON.

un jour dans l'espace de 304 ans. C'est pourquoi l'on a imaginé, depuis la découverte du Nombre d'or, d'autres nombres qu'on nomme *Épactes*, qu'on fait répondre au Nombre d'or, & qui servent à trouver l'âge de la Lune avec plus de précision. Les épactes expriment pour chaque année l'âge qu'avoit la Lune à la fin de l'année précédente. A la fin de l'année 1759, par exemple, la Lune étoit âgée de 12 jours, c'est-à-dire, qu'il y avoit 12 jours écoulés depuis la nouvelle Lune ; ces 12 jours font ce qu'on appelle *Épacte* pour l'année 1760.

Suivant ce qui a été dit ci-dessus, on voit que l'épacte augmente de 11 jours chaque année. Si l'on veut trouver les épactes pendant ce siècle, il faut diviser le Nombre d'or par 3, s'il reste 1 à la division, on ôte 1 du Nombre d'or pour avoir l'épacte : s'il reste 2, on ajoute 9 au Nombre d'or ; & s'il reste 3, on ajoute 19, & l'on a l'épacte. Si la somme excède 30, l'excès sera l'épacte. En 1764, par exemple, le Nombre d'or est 17, lequel nombre étant divisé par 3, il reste 2. C'est pourquoi au Nombre

d'or 17, j'ajoute 9 ; la somme 26 est l'épacte que je cherche.

XVIII.
LEÇON.

Par-là il est aisé de trouver l'âge de la Lune pour un jour proposé ; il n'y a qu'à ajouter ensemble ces trois choses , l'épacte de l'année , le nombre des mois écoulés depuis Mars inclusivement , & le quantieme du mois ; la somme fera l'âge de la Lune. Mais si cette somme surpasse 30 , le surplus est l'âge de la Lune , si le mois a 31 jours ; mais s'il n'en a que 30 , ce sera le surplus au-delà de 29 qu'il faudra prendre. Supposons , par exemple , qu'on demande l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764 , on additionnera ensemble 26 d'épacte , 2 pour le nombre des mois , & le quantieme qui est 25 ; la somme sera 53 , d'où l'on ôtera 29 , parce qu'Avril n'a que 30 jours ; le reste 24 est l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764.

POUR en revenir aux éclipses , je dis que ces deux causes combinées ; savoir , l'inclinaison de l'orbite de la Lune , & le mouvement progressif des nœuds de cette orbite les rendent possibles , & en diminuent en même

XVIII.
LEÇON.

temps la fréquence ; car de ce que l'orbite est inclinée d'un certain nombre de degrés , il arrive très-souvent qu'aux temps de l'opposition & de la conjonction , la Lune a assez de latitude , ou , ce qui est la même chose , est assez élevée au-dessus , ou assez abaissée au-dessous du plan de l'écliptique , pour que la lumière du Soleil parvienne sans obstacle jusqu'à elle dans le premier cas , & jusqu'à la terre dans le second. Mais parce que les nœuds , au lieu d'être fixes , parcourent successivement les différents points de l'écliptique , il peut arriver , & il arrive en effet de temps en temps , qu'ils se rencontrent avec les Syzygies , c'est-à-dire , que la Lune se trouve , ou dans le plan même , ou fort près du plan de l'écliptique , lorsqu'elle entre en opposition ou en conjonction avec le Soleil : dans le premier cas l'ombre de la Terre la couvre en tout ou en partie ; dans le second , c'est elle qui nous cache le Soleil plus ou moins. Aidons-nous d'une figure.

Eclipses de Lune. COMME le Soleil & la Terre ne sortent point du plan de l'éclipti-

que , le centre de l'ombre de celle-ci y est aussi : je représente ici cette ombre par les taches noires & circulaires *A* , *B* , *C* , *N* (*fig. 29*) que je fais couper diamétralement par une portion *EE* de la circonférence de l'écliptique. Soit présentement *LL* une portion de l'orbite de la Lune , & l'un de ses nœuds au point *N*.

Lorsque la planete ayant beaucoup de latitude comme *F* , se trouve en opposition avec le Soleil , elle reçoit librement la lumiere de cet astre par-dessus l'ombre de la Terre , si l'opposition arrive avant le nœud descendant , comme nous le supposons dans *la figure* ; ou par-dessous , si c'est avant le nœud montant. Si elle a moins de latitude comme *G* , une partie de son disque est couverte par l'ombre de la Terre , & cette éclipse n'est que *partiale* , parce que la planete n'est éclipsee qu'en partie. Si elle a encore moins de latitude comme *H* , l'éclipse devient presque *totale*. Enfin si l'opposition arrive justement lorsque la Lune est dans le nœud de son orbite , l'éclipse est non-seulement totale , mais *centrale*.

XVIII.
LEÇON. La Lune totalement éclipfée, ne cesse pas pour cela d'être vifible; elle paroît fous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent qui commenceroit à s'éteindre. Cet effet vient des rayons folaires qui fe réfractent dans l'athmofphere terreftre, & qui fe croifant après, vont illuminer foiblement l'afre qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumiere eft foible, parce qu'elle eft en petite quantité; & elle eft rouge, parce qu'il n'y a guere que les rayons propres à produire cette couleur qui aient la force de percer entièrement l'épaiffeur de notre athmofphere en pareille circonftance.

Eclipfes
de So-
leil.

Par une figure à peu près femblable à la précédente, & en fupposant le difque folaire aux places des taches noires par lefquelles j'ai représenté l'ombre de la Terre, on peut comprendre aifément comment la nouvelle Lune peut fe paffer fans éclipse de Soleil, comment elle peut l'occafionner, & pourquoi celles qui ont lieu ne font pas toujours ni de la même grandeur, ni de la même forme. Car quand la Lune,

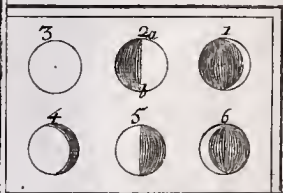
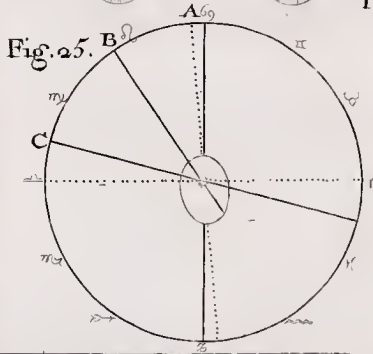
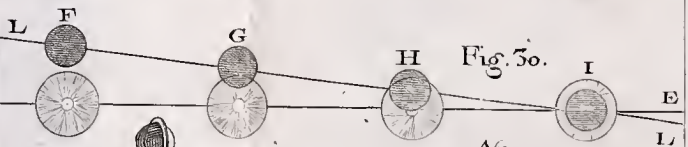
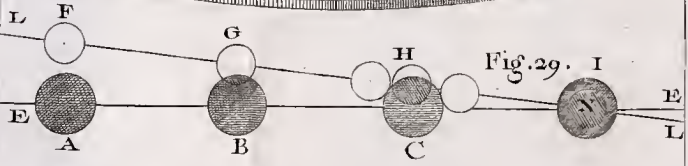
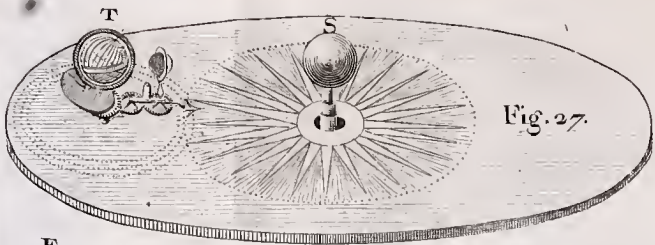
au temps de sa conjonction , a une latitude suffisante comme F (fig. 30) , elle n'empêche pas que le Soleil , qui est plus loin qu'elle par rapport à nous , ne nous éclaire comme dans tout autre temps , parce que la lumière de cet astre passe ou par-dessous ou par-dessus , suivant que la latitude de cette planète est boréale ou australe. Quand elle en a moins , comme G ou H , elle nous couvre en passant une partie plus ou moins grande du disque solaire : si la conjonction se fait à l'endroit même du nœud , comme I , alors l'éclipse est centrale : mais elle n'est pas pour cela totale , parce que si le disque apparent de la Lune n'est point assez grand pour couvrir entièrement celui du Soleil , celui-ci déborde l'autre tout autour , comme un anneau lumineux , ce qui fait qu'on appelle cette éclipse *annulaire* , IN (fig. 30.)

Cet anneau est plus ou moins large , selon que les disques apparents du Soleil & de la Lune sont plus ou moins grands au temps de l'éclipse. Pour bien entendre ceci , il faut se souvenir que ces deux astres , en parcourant leurs orbites , sont tantôt

XVIII.
LEÇON.

plus loin , tantôt plus près de la Terre , ce que j'ai fait connoître ci-devant sous les noms d'apogée & de périgée : or selon les loix de l'Optique , les objets nous paroissent plus grands quand ils sont plus près de nous , & plus petits quand ils en sont plus éloignés. Le disque apparent d'un astre est donc plus petit dans l'apogée que dans le périgée ; si lorsque l'éclipse arrive , la Lune se trouve dans son apogée , ou qu'elle en approche , & qu'au contraire dans le même temps le Soleil soit au périgée ou à peu près , le disque de la Lune suffira moins que jamais pour couvrir entièrement celui du Soleil ; & l'on doit comprendre qu'il le couvrira davantage , ou entièrement , quand les deux circonstances que je viens de supposer seront moins complètes , que l'une des deux manquera , ou que même les circonstances opposées auront lieu , c'est-à-dire , quand le Soleil étant dans son apogée , la Lune sera dans son périgée : alors l'éclipse de Soleil sera non-seulement totale , mais encore *avec demeure.*

La



La Lune passe devant le Soleil, parce qu'elle chemine plus vite dans son orbite, que lui dans l'écliptique; mais comme l'un & l'autre mouvement sont dirigés d'Occident en Orient, c'est aussi dans ce sens que le premier de ces deux astres gagne le second de vitesse: c'est pourquoi l'on voit toujours le Soleil commencer à s'éclipser par son bord occidental. Et par la même raison dans l'éclipse de Lune, c'est toujours le bord oriental de cette planète, qui se plonge le premier dans l'ombre de la Terre; car cette ombre, qui ne va point plus vite que le Soleil, doit être rencontrée par la Lune suivant la direction du mouvement respectif de celle-ci, laquelle est, comme je viens de le dire, d'Occident en Orient.

Dans chaque éclipse de Soleil ou de Lune, il y a principalement trois choses à observer, sur lesquelles les Astronomes sont très-attentifs, & qui exigent de leur part certaines précautions assez délicates; savoir, l'immersion, le milieu de l'éclipse, & l'émerfion: l'immersion est l'en-

XVIII.
LEÇON.

trée d'un astre dans l'ombre de celui qui doit l'éclipser ; il faut en saisir le commencement & la fin , qui se nomme *l'immersion totale* : l'émerfion est la sortie hors de l'ombre ; on fait pareillement tout ce qu'on peut , pour en observer exactement le commencement , & la fin , qui s'appelle *l'émerfion totale*.

Pour mesurer la grandeur d'une éclipse , on suppose qu'on a divisé en 12 parties égales , qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'astre éclipsé , ou plutôt celui de ses diametres qui coupe l'ombre par son centre au moment même du milieu de l'éclipse ; puis en comptant combien de ces parties sont couvertes par l'ombre , on dit telle éclipse a été de 3 , de 4 , de 6 doigts , &c.

Comme la Lune est de beaucoup plus petite que la Terre , son ombre forme aussi un cône bien moins gros , & si court que quand cette planete est dans ses moyennes distances seulement , la pointe n'atteint pas jusqu'à la surface de la Terre ; delà il arrive deux choses qu'il est bon de remarquer : 1^o qu'une éclipse de

Soleil , fût-elle centrale , n'est pas ~~visible~~ visible pour toutes les parties de la Terre qui doivent être alors éclairées par cet astre , & que celles-là même qui l'apperçoivent , ne voient pas le Soleil éclipsé de la même quantité , au lieu qu'une éclipse de Lune , par la raison contraire , s'apperçoit par-tout où cette planete seroit visible si elle n'étoit point éclipsée. 2° Que l'anneau lumineux qui entoure le disque de la Lune , lorsqu'il couvre concentriquement le Soleil , ne dure que quelques minutes pour le même lieu , parce que , pour le voir parfaitement , il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé de l'ombre lunaire , lequel chemine aussi vite que le mouvement de la Lune surpasse en vitesse celui du Soleil.

J'AI exposé dans les deux Sections précédentes , les phénomènes célestes les plus connus , ou qu'il importe le plus de connoître ; je les ai déduits immédiatement des mouvements réels ou apparents que les Observations nous garantissent. Je sens bien que cette Leçon seroit plus

XVIII.
LEÇON.

Réflexions sur les causes des mouvements réels qu'on observe dans les Cieux.

complete si je pouvois développer ici, & faire connoître les premiers ressorts de ces mouvements, les causes physiques, par lesquelles tout le système planétaire s'entretient dans l'état où l'Auteur de la nature l'a mis en lui donnant l'existence ; mais quelque parti que je prisse sur cela, je ne pourrois offrir à mes Lecteurs que des hypotheses ou défectueuses & presque abandonnées, ou plus heureuses à la vérité, mais qu'on ne peut, sans leur faire tort, renfermer dans les limites que ces Leçons élémentaires exigent.

Je me contenterai donc de rappeler ici une partie de ce que j'ai prouvé touchant les forces centrales dans la seconde Section de la V^e Leçon, en ajoutant un mot de ce que pensent la plupart des Mathématiciens sur la nature de ces forces considérées dans les mouvements des astres, afin seulement de faire entrevoir comment, à l'aide d'observations plus recherchées & plus exactes qu'elles ne l'avoient été dans les siècles passés, on est parvenu à expliquer les phénomènes célestes avec

plus de vraisemblance , & plus complètement qu'on ne l'avoit pu faire auparavant.

On se souviendra donc , 1^o Qu'un mobile quelconque , qui décrit une courbe rentrante sur elle-même , annonce d'une manière certaine que son mouvement est produit & entre-tenu par deux forces , ou puissances , dont l'une le tire ou le pousse vers un endroit déterminé de l'espace circonscrit par cette courbe , tandis que l'autre le sollicite à s'éloigner de ce même endroit par la tangente de la courbe qu'il décrit.

2^o Que la nature de la courbe décrite par le mobile , dépend du rapport d'intensité & de direction que gardent entr'elles ces deux forces , que nous avons nommées *centripete* & *centrifuge*.

De sorte que si pendant la révolution entière du mobile , chacune d'elles demeure constamment la même , la courbe dont il s'agit devient un cercle.

Si dans le cours de la révolution , les deux forces qui la produisent changent de rapports , mais d'une

maniere symétrique ; c'est-à-dire , par exemple , que dans le 1^{er} & le 3^e quart la force centrifuge augmente d'une certaine quantité ; que dans le 2^e & le 4^e elle diminue d'autant , il en résultera une courbe symétrique , & toujours rentrante.

Si au contraire les décroissements ou les augmentations de l'une des deux forces se font irrégulièrement , la courbe décrite se ressentira de cette irrégularité , quoiqu'elle rentre sur elle-même par le retour des deux forces à leur premier rapport.

Ces principes étant posés , quand nous voyons une planete principale , comme Jupiter ou Saturne , tourner autour du Soleil ; quand nous observons pareillement que les planetes du second ordre , comme la Lune , font des révolutions périodiques autour de leurs planetes primitives , nous pouvons conclure en toute sûreté , que tous ces astres sont animés par deux forces ; que l'une les pousse ou les tire vers l'astre autour duquel elles circulent , tandis que l'autre tend à les en éloigner par la tangente de la courbe qu'ils suivent en circulant ainsi.

Et comme les observations nous apprennent que les orbites des planetes, tant du premier que du second ordre, ne sont point des cercles, mais des ellipses, il faut croire que dans le cours de chaque révolution, les deux forces qui produisent cette courbe, changent plusieurs fois de rapport, & d'une maniere à peu près symétrique, reprenant à la fin de la révolution le même qu'elles avoient en la commençant.

Mais d'où viennent originairement ces deux forces, & de quelle nature sont-elles, pour faire subsister tous ces mouvements sans altération sensible pendant un si grand nombre de siècles ? Voilà ce qui intrigue depuis long-temps les Philosophes, & sur quoi leur imagination s'est exercée avec plus d'efforts que de succès. Leurs méditations sur ce sujet n'ont encore produit que des hypothèses pour ou contre lesquelles on dispute éternellement, qu'on admet ou qu'on rejette, suivant qu'on est bien ou mal prévenu à leur égard, ou plutôt à l'égard des Auteurs ou des nations qui les dé-

fendent. Car dans ce monde l'esprit de parti se mêle de tout , & s'enflamme sur toutes sortes d'objets.

Je ne fais si je me trompe ; mais il me semble que Newton s'y est pris d'une maniere bien sage & bien raisonnable : au lieu de s'amuser à chercher & à deviner les causes premières, pour en déduire ensuite les phénomènes comme des conséquences , il a commencé au contraire , par bien examiner ce qui se passoit sous ses yeux & autour de lui ; il en a étudié les causes immédiates ; il en a fait l'application à des effets plus éloignés , & en remontant ainsi du petit au grand , du plus connu à ce qui l'étoit moins , il est parvenu à expliquer d'une maniere très-heureuse, les plus grands mouvements de la nature ; & ce qui inspire une grande confiance pour la route qu'il a suivie, c'est qu'en marchant sur ses pas , en suivant sa méthode , on ramene tous les jours à ses principes des phénomènes de détail qui sembloient s'en écarter , des espèces d'exceptions qu'il avoit laissées en arriere , ou dont on n'avoit pas encore connoissance de son temps.

Plusieurs Philosophes avant New-

ton , avoient soupçonné dans les corps une tendance mutuelle des uns vers les autres ; parce qu'en effet il y a bien des cas où nous les voyons s'approcher & se joindre , sans que nous apercevions (au moins clairement) une cause externe à qui l'on puisse attribuer cet effet. Si cette tendance étoit une vertu innée dans la matiere , elle devroit être , dit-on , proportionnée à la masse des corps ; & il seroit naturel de penser , qu'à différentes distances , elle devroit agir plus ou moins fortement , & suivre en cela une certaine loi.

Newton adoptant cette idée , & regardant la propension que les corps ont à se joindre comme un phénomène général , sans se mettre aucunement en peine de décider s'il a lieu par une force intrinseque & innée dans la matiere , ou s'il est produit par une cause mécanique & externe , qui échappe à nos sens & à nos recherches ; Newton , dis-je , partant de ce point , supposa que les corps pesent les uns vers les autres , & s'attirent mutuellement en raison directe des masses , & en raison inverse du quarré de la distance : il fit d'ailleurs abstrac-

tion de tout milieu résistant, & considéra les Cieux, si non comme un espace vuide, au moins comme remplis d'un fluide incapable d'altérer, par sa résistance, les mouvements des corps célestes.

XVIII.
LEÇON.

Dans cette hypothese, il examina avec une sagacité digne de son vaste génie, & par des calculs aussi exacts que pénibles, ce qui devoit arriver à des portions de matieres qui se trouveroient dans des circonstances semblables à celles où les observations nous apprennent que sont les planetes, tant du premier que du second ordre; les résultats de ses opérations lui apprirent que ces portions de matieres supposées, devoient faire tout ce qu'on voit faire, à peu de différence près, aux corps qui composent notre système planétaire. C'est ce que peuvent voir en détail ceux qui sont en état d'entendre son Livre *des Principes de la Philosophie Naturelle*, soit en étudiant l'original, soit en lisant les traductions qu'on en a faites, & en s'aidant des Commentaires qu'on y a joints.

(a) Les personnes qui ne seront point

(a) Voyez la Traduction & les Notes des

assez initiées en Mathématiques , pour ~~entreprendre~~
 entreprendre une pareille lecture , XVIII.
 pourront y substituer celle des *Eléments* LEÇON.
de Physique de M. Gravesende , Tome
 II , Livre VI , II^e Partie , ou les *Traités*
Elémentaires d'Astronomie que j'ai re-
 commandés au commencement de cet-
 te Leçon.

Ce que Newton n'a pris que comme
 une hypothese , lui a si bien réussi ,
 que bien des gens aujourd'hui regar-
 dent l'attraction comme une cause pre-
 miere & innée dans la matiere , com-
 me une vertu qui ne dépend d'aucun
 mécanisme , mais seulement de la
 volonté toute libre & toute puissante
 du Créateur , qui a pu , disent-ils ,
 pourvoir à la durée des mouvements
 dont il a originairement animé l'Uni-
 vers , par deux moyens aussi bien que
 par un seul ; par l'attraction récipro-
 que des corps , & par l'impulsion que
 nous leur voyons exercer les uns sur
 les autres.

Cette opinion a de la vraisemblance ;

RR. PP. Jacquier & le Seur, Minimes, im-
 primée à Geneve en 1739 ; & celle de Mada-
 me la Marquise du Châtelet , imprimée à
 Paris en 1759.

& il ne faut pas s'étonner qu'elle entraîne à elle un grand nombre de Mathématiciens occupés des Mouvements célestes , & qui ont pour objets de leurs recherches les plus grands phénomènes de la nature. Mais il faut convenir que la Physique de nos jours , qui se glorifie d'être purgée à jamais de ces qualités occultes qui l'avoient rendu si ridicule , ne doit point voir , sans peine , qu'on fasse rentrer dans la matière une vertu abstraite , un être inconnu , & même inintelligible , & qui ne tient en rien au Mécanisme. Il n'est pas moins dur pour les Physiciens de reconnoître dans les Cieux une matière sans résistance , ou comme telle ; c'est presque dire une matière qui n'est point matière : d'ailleurs l'attraction , proprement dite , n'est pas aussi heureuse sur la terre qu'elle paroît l'être dans le Ciel ; je veux dire qu'elle quadre moins bien avec les effets naturels que nous avons sous les yeux , qu'avec ceux que nous ne voyons que de loin , & dont nous ne saurions appercevoir toutes les nuances. Tous les jours on découvre dans la Physique expérimentale , que ce

qu'on vouloit attribuer à ce principe, s'explique aussi bien, souvent même encore mieux, par l'impulsion; où s'il est quelque cas où elle n'aille pas aussi bien en apparence, il faut, pour y ajuster l'attraction, lui attribuer d'autres loix que celles suivant lesquelles on la fait agir, pour rendre raison de ce qu'on observe dans les Cieux. (a)

XVIII.
LEÇON.

Aussi ne faut-il pas croire que tous ceux qui comptent sur la tendance que les corps célestes ont les uns vers les autres, & qui expriment ce fait par le mot d'*attraction*, admettent pour cela cet être métaphysique dont il est ici question; c'est une expression commode pour tout Astronome, pour tout Mathématicien qui traite du mouvement des astres, mais qui ne tire point à conséquence ni pour ni contre l'idée qu'il a du principe.

J'ai regret de terminer cette Leçon sans parler du flux & du reflux de la mer: ce phénomène qui dépend visi-

(a) Voyez ce que j'ai dit de l'attraction proprement dite dans l'Appendice qui est à la fin de la VIII^e Leçon, Tome II, au sujet des Tuyaux Capillaires, & des causes de la dureté & de la fluidité des corps.

blement de l'action de la Lune & de celle du Soleil sur le globe terrestre, se présente naturellement à la suite de ce que je viens d'exposer touchant ces trois corps, & il est assez curieux & assez important pour intéresser nos Lecteurs ; mais c'est par cette raison même que je me trouve comme forcé de le renvoyer à une autre occasion. Il y a trop à dire, tant sur ce grand effet, que sur ses causes ; & pour se mettre passablement au fait, il est si nécessaire d'en bien saisir toutes les circonstances, qu'il vaut mieux, à mon avis, n'en rien dire que de n'en point dire assez : l'abondance des matieres que j'ai à faire entrer dans ce volume, ne me permet pas de traiter ce sujet avec l'étendue qu'il exige ; mon dessein est d'y revenir ainsi qu'à plusieurs autres questions que j'ai omises, ou un peu trop resserrées dans le cours de cet Ouvrage ; ce sera de quoi former le supplément que j'ai promis dans ma préface, & que je regarde comme un engagement contracté, dont je désire fort de pouvoir m'acquitter.

On pourra lire sur le flux & reflux de la mer, les quatre pieces qui ont

remporté le prix proposé par l'Académie Royale des Sciences en 1740. Les phénomènes y sont exposés avec beaucoup d'ordre & d'exactitude ; & quant aux causes , quoique les Auteurs ne les fassent point dériver des mêmes principes , on y verra avec plaisir que chacun d'eux fait valoir en habile homme celui qu'il a adopté ou imaginé.

XVIII.
LEÇON.





XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

AVANT que l'on fût de quelle
XIX.
LEÇON. utilité pouvoit être l'Aimant ,
 on le regardoit déjà comme une mer-
 veille qui méritoit une attention
 toute particuliere : & en effet , eût-il
 été possible de voir sans intérêt &
 sans admiration deux matieres (l'ai-
 mant & le fer) à l'exclusion de toute
 autre , s'affectionner , pour ainsi
 dire , au point de se chercher , de se
 joindre , & de s'attacher ensemble
 avec une force qui égale quelque-
 fois l'effort d'un poids de 60 ou 80
 livres. C'est une espece de prodige
 non-seulement aux yeux du vulgaire
 qui ne soupçonne rien au-delà de
 ce qu'il voit ; mais le Physicien mê-
 me , qui cherche , & qui croit trouver
 la cause secrete de ce phénomène
 dans l'action d'un fluide invisible ,
 qui pousse ces deux corps l'un vers
 l'autre

l'autre , est toujours fort embarrassé de dire pourquoi dans toute la nature il n'y a que deux êtres soumis à cette impulsion , & comment avec un contact d'une si petite largeur , la pression du fluide prétendu peut devenir si grande. La curiosité seule auroit fait de cette double question un sujet digne de recherches ; l'intérêt s'y est joint lorsque l'on découvrit la direction de l'aimant , & que l'on apperçut l'avantage qu'on en pouvoit tirer pour la navigation principalement. Quels efforts n'a point faits depuis l'esprit humain , pour augmenter & perfectionner ses connoissances à cet égard ! les plus habiles Physiciens du siècle précédent & de celui-ci , ont presque tous donné une partie de leur temps à cette étude. Que d'expériences & d'observations pour découvrir les loix de la vertu magnétique ! que d'hypotheses pour en expliquer les causes !

Si je voulois rapporter ici tout ce qui a été fait & dit sur cette matière , je passerois de beaucoup les bornes que je me suis prescrites dans

cet Ouvrage , & ce que j'en rapporterois ne feroit peut-être pas ce qu'on y trouveroit de plus utile ; de tout ce que l'on a pu favoir jufqu'ici de l'aimant , je n'exposerai donc que ce qui me paroîtra le plus intéreffant , & le plus propre à faire connoître fes principales propriétés ; je me fervirai de la connoiffance même des effets , pour remonter , autant qu'il fera poffible , à celle de leurs caufes.

L'origi-
ne , la
nature ,
& les qua-
lités fen-
fibles de
l'Ai-
mant.

L'AIMANT eft une pierre qui fe trouve communément dans les mines de fer ou de cuivre , ou dans leur voifinage : celui qu'on eftime le plus , vient des Indes ; on en apporte auffi d'affez bons d'Italie , d'Allemagne , de Suede & d'Efpagne : les Droguiftes à Paris en tiennent dans leurs magafins des tonneaux pleins qu'ils font venir d'Auvergne , & dont on fait ufage pour certains remedes extérieurs. Dans la grande quantité, j'en ai quelquefois trouvé des morceaux qui méritoient d'être armés ; mais cela eft rare , & la vertu de ces aimants eft toujours médiocre.

M. de Réaumur regardoit le fer

comme un aimant imparfait , & d'autres considerent l'aimant comme un fer mêlé de parties terrestres , & des autres principes qu'on y reconnoît , en l'examinant selon les regles de la Chymie. Ce qu'il y a de certain , c'est qu'on a vu la rouille de fer , mêlée avec des parties grasses & de la pierre commune , former par succession de temps un composé tout-à-fait semblable à l'aimant naturel. (a) Quoi qu'il en soit , ce minéral a les caracteres distinctifs des pierres ; il se calcine au feu , il se pulvérise sous le marteau : il n'a pas ceux des métaux ; il n'est ni fusible , ni malléable.

Cette pierre est ordinairement dure & brune : cependant j'en ai vu des morceaux qui étoient d'un blanc grisâtre ; & d'autres qui étoient tellement tendres , qu'on pouvoit les entamer avec l'ongle ; la couleur & la dureté ne tirent point absolument à conséquence ; car les morceaux dont je viens de parler , étoient passablement forts. L'aimant ne pese

XIX.
LEÇON.

(a) Histoire de l'Acad. des Sciences 1731, page 20.

~~LEÇON.~~ point tout-à-fait autant que le fer (a) ; mais il pèse plus que les pierres dont la dureté égale à peu près la sienne , comme le marbre , le caillou , &c.

Propriétés de l'Aimant ; comment on découvre s'il a des pôles.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point cette vertu & ces propriétés dont nous avons à parler dans cette Leçon. Pour s'en assurer , il faut les plonger dans de la limaille de fer ou d'acier , (car l'un & l'autre doivent être regardés ici comme ne faisant qu'un seul & même métal) ; & si la pierre retient cette limaille , qu'elle en paroisse hérissée , & qu'à deux endroits opposés , qu'on doit nommer *les Poles* , ces petites barbes de fer s'élèvent presque perpendiculairement à la surface , comme on peut voir en *A* & en *B* , (*fig. 1*) , alors on peut compter que cet aimant aura les propriétés dont nous allons parler en détail.

(a) D'autres que moi prétendent que l'aimant pèse spécifiquement autant ou plus que le fer , & ils peuvent avoir raison ; la différence de nos opinions vient apparemment de ce que l'aimant étant une matière fort mêlée de parties hétérogènes , sa pesanteur spécifique varie suivant les individus.

PREMIERE PROPRIÉTÉ
DE L'AIMANT.XIX.
LEÇON.

L'Aimant attire le fer ; c'est-à-dire , que ces deux matieres se portent l'une vers l'autre , ou tendent à se joindre , & que lorsqu'elles se touchent , on ne peut les séparer sans effort.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut essuyer la pierre qui est représentée par la *figure* premiere , & tenir un de ses poles à la distance d'un demi-pouce ou environ d'un carton sur lequel on aura répandu de la limaille de fer.

EFFETS.

On voit la limaille s'élancer vers la pierre , & former à sa partie inférieure une espece de barbe , comme on le peut voir par la *figure* 2.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La *figure* 3 représente une cuvette pleine d'eau , sur laquelle on fait flot-

~~LEÇON~~ ter un petit Cygne d'émail qui est creux, & qui tient dans son bec un bout de fil de fer plié en plusieurs sens comme une petite anguille.

XIX.
LEÇON.

E F F E T S.

Lorsqu'on présente l'aimant par l'un de ses poles, près de la tête du Cygne, la petite anguille de fer qu'il tient en son bec est attirée, & toute la figure obéit à cette attraction ; elle fait autant de chemin que l'on veut, si l'on a soin d'éloigner la pierre à mesure que le Cygne approche, & si le fer & l'aimant se joignent, on est obligé de se servir des deux mains pour les séparer.

O B S E R V A T I O N S.

Armure ; de quel métal il convient de la faire.

Quoiqu'une pierre d'aimant qui a des poles, attire toujours le fer sans aucune préparation, il s'en faut bien qu'elle ait autant de force étant nue, que quand elle est *armée*, c'est-à-dire, quand chacun de ses poles est revêtu d'une lame de fer, terminée par une petite masse qui excède de quelques lignes la surface inférieure de la pierre, comme *N*, *S*,

(fig. 4.) La différence est si grande, XIX.
LEÇON. que l'aimant qui est représenté ici, & que je garde depuis 15 ans, peut à peine soutenir une demi-livre de fer lorsqu'il est nud; & avec son armure, il porte facilement un poids de 27 livres & demie.

Ce qu'il y a de singulier encore, c'est que la pierre n'agit point immédiatement; c'est aux masses de fer *S*, *N*, qu'il faut que le contact se fasse; c'est pourquoi l'on fait un portant de fer *C*, auquel on accroche le poids que l'aimant est en état de porter.

Comme l'acier n'est autre chose que du fer préparé par le mélange de quelques matieres étrangères qu'on y incorpore, & que, par conséquent, il est moins fer qu'il n'étoit avant cette préparation, on s'étoit persuadé qu'il en étoit moins propre à faire les armures de l'aimant, & le portant qui communique de l'une à l'autre: des Expériences de M. Dufay (*a*) ont montré qu'il faut les faire en effet avec du

(*a*) Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences de 1730, pag. 155 & suiv.

XIX.
LIÇON. fer doux ; mais en retenant cette pratique , qui est bonne , il faut renoncer , je pense , au raisonnement qui l'a suggérée ; car nous verrons par la suite , que l'acier trempé très-dur , s'aimante mieux que le fer doux : ce n'est pas pour la première fois qu'un mauvais raisonnement a donné occasion à une bonne découverte.

Diffé-
rents de-
grés de
force
dans les
Aimants. **TOUTES** les pierres d'aimant n'ont point une égale force ; & il n'y a guere que l'épreuve même qu'on en fait , qui puisse montrer ce que chaque aimant peut faire ; car la grosseur , la couleur , le degré de dureté , &c. sont des signes extrêmement équivoques : en général , on peut dire que les petites pierres ont plus de force à proportion que les grandes ; on trouvera bien plus fréquemment un aimant qui , pesant deux onces , en soutienne 20 , qu'un autre de deux livres qui porte dix fois son poids : cette différence paroît être fondée sur ce que la force de l'aimant tient principalement à ses poles ; dans une grosse pierre ils sont trop étendus ; la vertu qui
en

en émane n'est point si concentrée. XIX.
LEÇON.

On remarque aussi que la figure & les dimensions y entrent pour quelque chose ; quand les poles sont fort distants l'un de l'autre , c'est la disposition la plus avantageuse qu'ils puissent avoir. Il ne faut pas douter aussi que la puissance d'un aimant ne dépende beaucoup de la façon dont il est armé : Joblot & Buterfield se sont distingués dans ce genre au commencement de ce siècle , parce qu'ils ont joint beaucoup d'intelligence à une longue pratique. Aujourd'hui le sieur Pierre le Maire les remplace assez bien ; & l'on est heureux de trouver dans l'occasion un ouvrier qui entende ce qu'il fait.

L'OPINION commune est que l'aimant n'attire que du fer ; cependant M. Geofroy le Médecin, trouva que les cendres de plusieurs végétaux obéissent aussi à la vertu magnétique ; & feu M. Muschenbroek , après un grand nombre d'expériences , a donné une liste assez étendue des matieres qu'il a trouvées susceptibles de cette attraction, soit en les éprouvant dans leur état naturel , soit en les faisant rou-

Le fer
seul attri-
rable par
l'aimant.

gir au feu avec une matiere grasse ; végétale ou animale ; mais bien loin d'en conclure que l'aimant attire autre chose que du fer , il a pensé comme M. Lémery , & comme tout le monde pense aujourd'hui , que tout ce qui sympathise avec la vertu magnétique est du fer caché ou développé. Nous avons déjà dit ailleurs que ce métal , par le grand usage que l'on en fait , se trouve répandu par-tout ; & c'est un fait connu de tous les Chymistes , que les métaux se révivifient de leurs propres cendres quand on y ajoute quelque matiere grasse. On ne doit donc pas être surpris que plusieurs sortes de terres ainsi préparées , que l'émeril & certains sables sans aucune préparation , s'attachent à l'aimant , puisqu'il y a de fortes raisons pour croire que toutes ces matieres contiennent du fer ; & peut-on en douter , lorsqu'en y mêlant une infusion de noix de galles , on les rend noires ?

Il ne faut pourtant pas croire que tout ce qu'on trouve attaché à l'aimant dans ces sortes d'épreuves , soit du fer : il suffit , pour cet effet , que chaque petite masse contienne quel-

que parcelle de ce métal : la vertu de l'aimant étant beaucoup plus forte qu'il ne faut pour vaincre le poids de la partie métallique sur laquelle seule elle agit , l'emporte avec tout ce qu'elle a d'étranger ; comme l'aimant de la *figure 4* soutient un poids de 27 livres , qui peut être de pierre ou de toute autre matière , parce que ce poids est accroché au portant *C* qui est de fer.

L'aimant réduit en poudre n'a plus de poles , & par conséquent n'est plus en état d'attirer le fer : lorsqu'on l'emploie dans les emplâtres , on ne doit donc le regarder que comme un astringent ou un détersif ; ce seroit une puérilité de croire qu'un pareil topique eût quelque vertu particulière pour guérir une plaie qui viendrait d'un coup de fer , ou pour attirer en dehors quelque morceau de ce métal qui seroit enfoncé dans les chairs.

On ne voit pas non-plus ce qui peut faire regarder l'aimant , même lorsqu'il est armé , comme un préservatif contre l'apoplexie , ou contre les affections vaporeuses. Et pour

le dire en passant, rien n'est plus dangereux que ces fausses idées en matière de remèdes : car si l'on est assez crédule pour y mettre sa confiance, on se dispense trop légèrement des précautions qui seroient plus raisonnables & plus efficaces ; & plus elles sont nécessaires, plus on risque en leur substituant ainsi ce qui ne peut les remplacer.

Avant-
ges
qu'on
peut ti-
rer de
cette
proprié-
té de
l'Ai-
mant.

COMME la vertu magnétique n'a de prise que sur le fer, on peut quelquefois tirer parti de cette propriété pour séparer des matières précieuses qui se trouveroient mêlées avec du fer : si l'on avoit, par exemple, limé du fer & de l'or ensemble, on pourroit par ce moyen séparer ces deux métaux. Il seroit à souhaiter que les Fondeurs eussent cette attention lorsqu'ils ont acheté du cuivre en limailles ; les ouvrages fondus en seroient plus épurés ; on ne rencontreroit pas dans la fonte, en la travaillant, des grains de fer ou d'acier qui gâtent les outils, & qui ne permettent pas qu'on puisse finir certaines pièces, dont la matière doit être absolument d'une dureté uniforme.

N'est-ce point à de pareils défauts qu'on doit attribuer une partie des accidents qu'on voit arriver aux moulins à poudre ; les pilons ont beau être armés de cuivre , on a beau faire de ce même métal les outils avec lesquels on gratte , ou l'on choque ces armures pour en détacher la composition ; s'il s'y trouve des grains d'acier , il n'en faut pas davantage , avec quelque gravier , pour produire une étincelle qui mette le feu à toute la Fabrique.

XIX.
LEÇON.

Je n'oserois combattre ici d'une manière sérieuse l'idée romanesque de ces montagnes d'aimant qui détournent les vaisseaux de leur route , & qui les font aborder malgré eux ; on fait assez que ces êtres d'imagination n'ont aucune place dans l'Histoire Naturelle , & que leurs prétendus effets n'en méritent pas davantage en Physique. J'ai vu l'Isle d'Elbe , qui a peut-être donné lieu à ces sortes de contes , parce qu'en effet elle contient beaucoup d'aimant ; mais j'en ai examiné plus de six quintaux sans en trouver un morceau qui valût la peine d'être taillé

Montagnes d'Aimant ; ce qu'on en doit penser.

& armé ; & dans tout l'Etat de Florence , à qui appartient cette Isle , je n'ai vu personne qui pensât qu'elle fût capable d'agir sur la ferrure des vaisseaux qui se trouvent ou qui passent dans son voisinage.

SECONDE PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

La répulsion.

Un Aimant attire & repousse un autre Aimant , suivant la maniere dont ils se présentent l'un à l'autre.


III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

S M , (*fig. 5*) sont les deux poles d'un aimant de médiocre grosseur , qui flotte sur l'eau par le moyen d'une petite gondole de cuivre très-mince & fort légère , dans laquelle il est posé ; *m s* est un autre aimant pareil au premier , que l'on tient dans la main par son équateur ; il faut que la vertu magnétique soit un peu forte dans ces deux pierres , ou au moins dans l'une des deux.

E F F E T S.

Lorsque le pole *m* se présente au pole *S* de l'aimant qui flotte , ou ré-

ciiproquement le pole M de celui-ci 
 au pole s de l'autre, les deux pierres
 tendent à s'approcher & à se joindre.

XIX.
 LEÇON.

Mais elles se repoussent visiblement, lorsqu'on met les poles de même nom, c'est à-dire, M & m , S & s , vis-à-vis l'un de l'autre.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Sur le bout d'une aiguille de bois, de 15 pouces de longueur ou environ, portée sur un pivot, mettez en équilibre, avec quelque petit poids, un morceau d'aimant brute dont vous ayez reconnu les poles. Prenez à la main un pareil morceau d'aimant, & faites les mêmes épreuves que dans l'expérience précédente.

E F F E T S.

Vous aurez les mêmes résultats.

OBSERVATIONS.

Quand on fait ces expériences avec des aimants qui ont beaucoup de vertu, il ne faut point approcher de fort près les poles de même nom

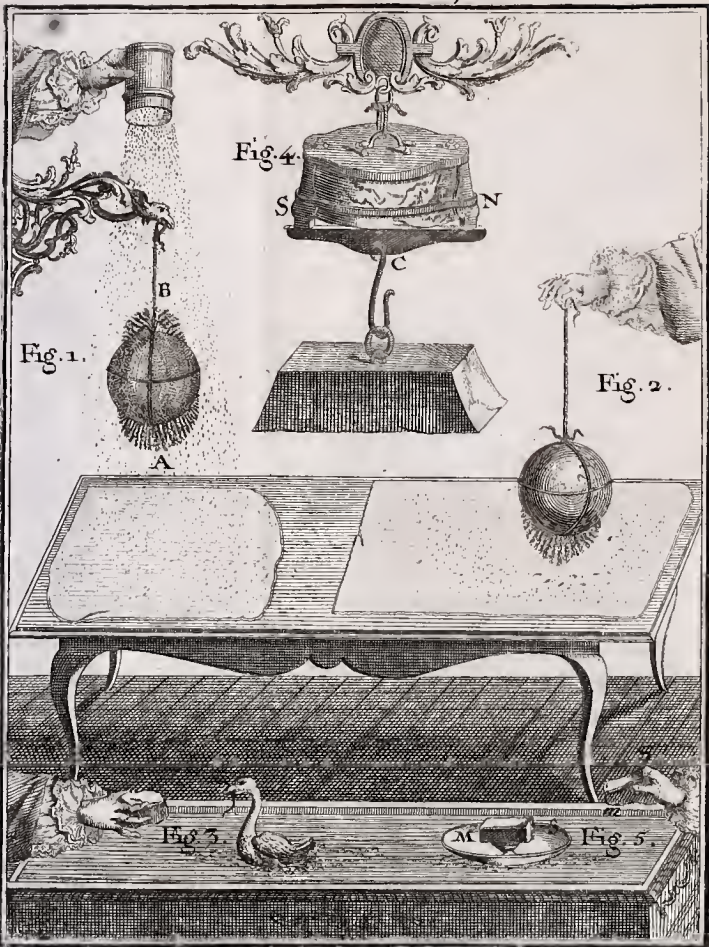
l'un de l'autre ; car alors comme il est rare qu'ils soient tous deux d'égale force , il arrive assez souvent que le plus foible se laisse entraîner par le plus fort. ; au lieu d'une répulsion qu'on devroit avoir , il y a attraction.

Je ferai voir bientôt que le fer aimanté a toutes les propriétés de l'aimant ; une lame de ce métal qui a été touchée , a donc deux poles comme la pierre même ; ainsi les expériences que je viens de rapporter , se font pareillement avec deux aiguilles aimantées , ou bien avec une aiguille & un aimant.

La vertu
magné-
tique a-
git à tra-
vers tou-
tes sortes
de ma-
tières.

DE QUELQUE maniere que la nature opere cette attraction & cette répulsion , on peut dire qu'aucun obstacle que l'on connoisse , (si l'on en excepte une trop grande distance) n'y met empêchement ; car ces effets n'en arrivent pas moins , quoique l'on interpose entre le fer & l'aimant toutes sortes de matieres , tant solides que fluides , du carton , du bois , du verre , de l'eau , de la flamme , &c.

Si l'on promene une pierre armée sous un carton ou sous un carreau





de verre , couvert de limaille de fer , tous ces petits fragments se dressent & se hérissent aux endroits qui répondent successivement aux poles de l'aimant , & font voir d'une maniere sensible & curieuse la route qu'on lui fait tenir ; voyez la *figure 6* qui représente un aimant , dont les deux poles *N S* tournent horizontalement sous un carton mince couvert de limaille de fer. La pierre pour recevoir ce mouvement , est montée sur une tige de métal qu'on fait tourner avec une manivelle *M*, deux poulies *P, P*, & une corde sans fin.

XIX.
LEÇON.

Si l'on met une petite lame de fer en équilibre sur un pivot , au fond d'un vase de verre , & qu'on l'emplisse d'eau ou de toute autre liqueur , l'aimant ou le fer aimanté qu'on promene autour du verre , exerce son action sur la petite lame , nonobstant l'interposition du verre & de l'eau , &c. (*fig. 7.*)

Enfin si cette lame de fer mobile est entourée d'un petit auge plein d'esprit de vin , & qu'on y mette le feu , la flamme qui s'élève de toutes parts n'empêche pas que

l'aimant ne fasse encore tourner le
 XIX. *fer. (fig. 8.)*
 LEÇON.

Applica-
 tions cu-
 rieuses
 de cette
 proprié-
 té de
 l'Ai-
 mant.

CETTE propriété du magnétisme d'agir ainsi à travers les corps solides & opaques, comme à travers les matieres fluides & transparentes, en impose souvent aux yeux lorsqu'elle est employée avec adresse; j'ai vu des horloges de chambre qui n'avoient point d'autre aiguille pour marquer les heures, qu'une petite mouche d'acier poli & devenu bleu, qui glissoit sur une feuille de laiton fort mince & fort unie, qui faisoit le fond du cadran, sans que l'on vît ce qui la faisoit mouvoir ainsi. Elle suivoit un aimant qui tournoit derrière, & dont elle n'étoit séparée que par la feuille même de cuivre poli, sur laquelle on la voyoit glisser vis-à-vis des heures. On peut juger, par ce petit artifice, de tous ceux qu'on peut imaginer dans ce genre.



EXPÉRIMENTALE. 179
TROISIEME PROPRIÉTÉ
DE L'AIMANT.

XIX.
LEÇON.

L'Aimant communique ses propriétés au fer, de sorte qu'une lame de ce métal étant aimantée, peut être considérée comme un véritable Aimant, & s'appliquer aux mêmes expériences.

Sa communication de la vertu magnétique.

V. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut avoir plusieurs lames de fer, dont chacune ait environ une ligne & demie d'épaisseur, un pied ou 15 pouces de longueur, & 5 à 6 lignes de largeur : des bouts de fleurets sont très-bons pour cet usage, & j'ai même remarqué que cette espèce d'acier, que les ouvriers appellent *étouffe*, réussit mieux que le fer pur. On touche toutes ces lames l'une après l'autre à un fort aimant bien armé, observant de faire glisser chaque face d'un bout à l'autre, & dans le même sens sur la masse *N* de l'armure, (*fig. 9.*) On réunit ensuite toutes ces lames aimantées, en mettant du même côté toutes les extrémités que l'aimant a touchées les

dernieres ; & l'on serre cet assemblage avec des ligatures de cuivre, garnies de vis ou autrement : (voyez la *fig. 10.*) Mais une attention qu'il faut avoir , c'est de ne donner aucun coup de marteau , aucune secousse rude à ces pieces , soit avant , soit après les avoir assemblées.

E F F E T S.

Ce faisceau de verges aimantées , que l'on a nommé *Aimant artificiel* , peut s'employer à toutes les expériences précédentes comme un aimant naturel ; il a deux poles , dont l'un *m* attire la pierre flottante de la *figure 5* , lorsqu'on le présente vers *S* , & la repousse quand on le tourne vers *M*. Il se charge de limaille ou de clous par l'un & l'autre bout , il agit à travers toutes les matieres qu'on oppose à son action ; & il communique la vertu magnétique autant , & mieux à proportion , qu'une bonne pierre d'aimant armée.

OBSERVATIONS.

L'aimant , soit naturel , soit artificiel , en communiquant ses pro-

priétés au fer , ne perd rien de sa vertu ; on a beau aimer un grand nombre de lames à la même pierre , & de suite , on ne s'apperçoit point qu'elle en soit épuisée.

XIX.
LEÇON.

IL ARRIVE pourtant quelquefois qu'un aimant perd sa force par succession de temps : on remarque aussi , quoique plus rarement , qu'il en acquiert ; & en général il paroît que le magnétisme se fait sentir plus vigoureusement l'hiver lorsqu'il regne un vent de Nord , que dans toute autre saison , & par un temps pluvieux : l'affoiblissement vient plutôt des secousses rudes , de la rouille des armures , ou d'un violent degré de chaleur , peut-être aussi d'une position défavorable & de longue durée.

La vertu magnétique communiquée s'affoiblit ou se perd en certains cas.

CE NE sont pas les aimants capables de soutenir un plus grand poids , qui sont toujours , comme on le pourroit croire , les plus propres à communiquer une grande vertu au fer : on en voit qui portent peu , & qui touchent puissamment ; d'autres qui portent beaucoup , & qui communiquent peu de vertu. C'est ce qui

Distinction des aimants en généraux & en vigoureux.

LEÇON. *XIX.* les fait distinguer par les noms de *vigoureux* & de *généreux* ; ceux-ci sont les plus forts quant à la communication ; ceux-là sont les plus puissants pour l'attraction & pour la répulsion : il n'est quelquefois pas besoin de toucher , il suffit d'approcher le fer d'un aimant bien *généreux*.

Procédé à observer pour communiquer la vertu magnétique. La communication du magnétisme , lorsqu'elle se fait par attouchement ou seulement par approche , s'opère en très-peu de temps ; c'est-à-dire , qu'au premier tact une lame de fer s'aimante sensiblement ; mais sa vertu augmente jusqu'à un certain point , si elle est touchée à plusieurs reprises , & du même sens ; car lorsqu'on la touche alternativement en sens contraires , elle perd au second contact ce qu'elle avoit acquis dans le premier.

Aiguilles de Boussoles ; de quoi il convient qu'on les fasse. ON fait d'acier toutes les aiguilles de boussoles : si elles étoient de fer doux , elles s'aimanteraient peut-être plus aisément ; mais il est essentiellement nécessaire qu'elles soient bien légères pour être très-mobiles & qu'elles puissent conserver long-

temps leur vertu magnétique ; si elles étoient de fer , elles plieroient trop aisément , ou bien il faudroit les faire plus épaisses , & par conséquent plus lourdes : d'ailleurs on fait par expérience que l'acier , s'il ne s'aimante pas aussi aisément , garde mieux que le fer la vertu magnétique qu'on lui fait prendre.

LES aimants artificiels , tels que celui dont on a fait usage dans la dernière expérience , n'ont point une force proportionnée au nombre des lames qui les composent : c'est-à-dire , que si chaque lame séparée des autres , a la force de soutenir deux onces de fer , huit lames semblables , lorsqu'elles sont réunies , n'en portent point une livre comme il semble qu'elles devroient faire ; il y a toujours du rabais plus ou moins , suivant que leur union est plus ou moins parfaite , ou bien selon quelque autre circonstance dont on ignore encore l'importance.

On peut remarquer aussi que ces assemblages de lames aimantées communiquent au fer beaucoup plus de vertu , à proportion , qu'un aimant

XIX.
LEÇON.

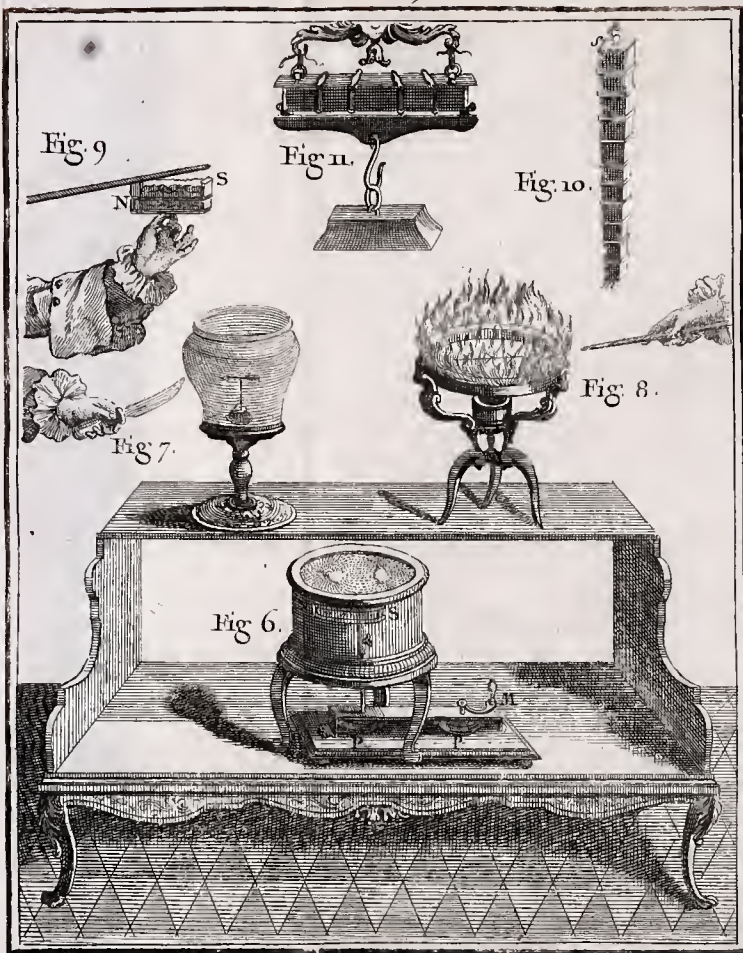
Aimants
artificiels ,
leur histoire , &
leurs différentes
constructions.

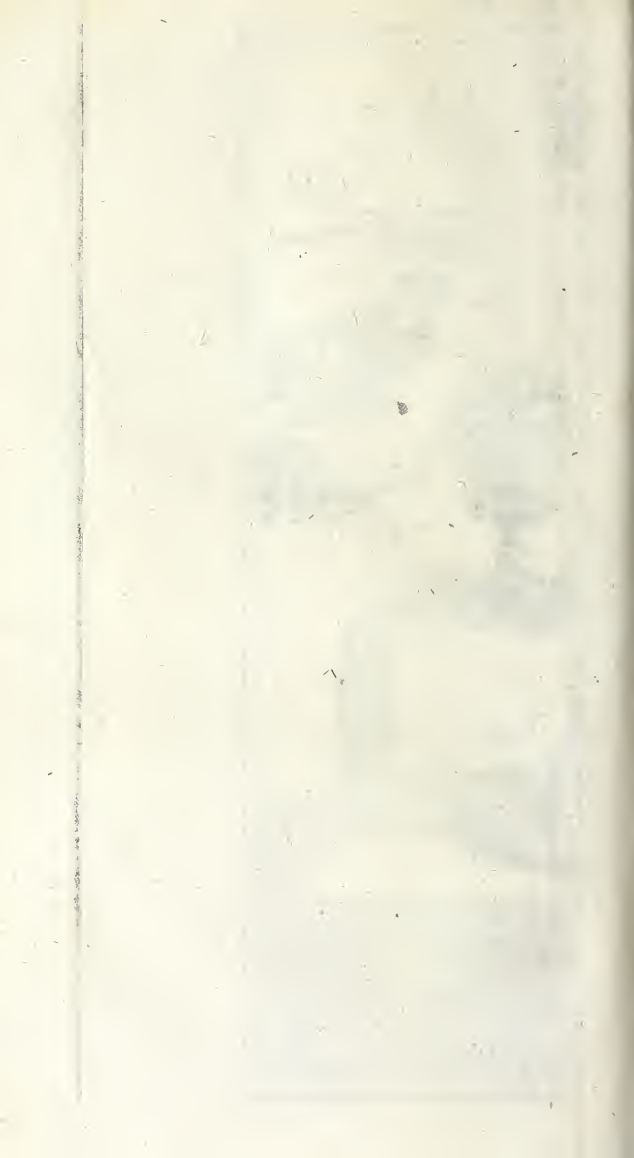
XIX.
LEÇON. naturel ; & quand on a des aiguilles de boussole à toucher , ou que quelqu'un a la curiosité de faire aimanter un couteau ou une épée , on doit préférer pour cette opération l'aimant artificiel à la pierre armée.

Je crois que cet avantage vient de la grande distance qu'il y a d'un pôle à l'autre ; car j'ai observé que c'est une figure avantageuse pour une pierre , lorsque sa plus grande longueur se trouve comprise entre les deux pièces de son armure.

En 1740 , il me prit envie de savoir si l'aimant artificiel gagneroit beaucoup d'être armé : le sieur Pierre le Maire , dont j'ai fait mention ci-dessus , m'en composa un de douze lames d'acier trempé , dont chacune avoit huit pouces de longueur , une ligne d'épaisseur , & environ dix lignes de largeur ; il en fit un faisceau qu'il serra fortement avec des ligatures de cuivre ; & aux extrémités duquel il attacha deux armures semblables à celles que l'on met aux pierres d'aimant ; voyez la *figure II.*

Cet aimant , qui avant d'être armé n'enlevoit





n'enlevoit par le bout le plus fort qu'une livre & demie de fer, ou à peu près, porta, quand il le fut, un poids de six livres & demie, par le moyen d'une piece de fer qu'on mit en contact sur les deux masses des armures. C'est la premiere fois de ma connoissance, qu'on ait réuni l'action des deux poles d'un aimant artificiel, par une lame de fer qui communiquât de l'un à l'autre.

En 1746, M. Knight, Médecin Anglois, montra à la Société Royale de Londres un nouvel aimant artificiel qu'il avoit composé de deux barreaux d'acier trempé dur, longs de 15 pouces, situés parallelement entr'eux, séparés l'un de l'autre par une regle de bois *C* de 8 à 9 lignes de large, les extrêmités communiquant ensemble par deux petites pieces de fer doux *aa*, *bb*, aussi larges & aussi épaisses que les barreaux, avec cette attention que le pole Nord de l'un répondoit au pole Sud de l'autre : voyez la *figure 12* qui représente cet assemblage.

M. Knight avec cet instrument changea à plusieurs reprises, en pré-

sence de la compagnie , les poles d'un aimant naturel , non-armé & foible ; & il montra d'une maniere décisive que l'acier trempé bien dur , s'aimante plus fortement que le fer doux , & l'acier recuit après la trempe.

Pour faire ces expériences , il ôta les deux pieces de fer doux qui faisoient communiquer ensemble les deux barreaux ; il les ouvrit ensuite comme les deux branches d'un compas , & les aligna bout à bout l'un de l'autre sur une table , de maniere que le pole Sud de l'un touchoit le pole Nord de l'autre , comme on le peut voir par la *figure 13*. Il plaça successivement sur ces barreaux des aiguilles de bouffoles de mer , les unes d'acier trempé très-dur , les autres d'acier revenu au bleu , ou de fer doux ; il les plaça , dis-je , de façon que le centre de chacune d'elles répondît à la jonction des deux barreaux , puis en faisant appuyer dessus avec la main , il tira les deux barreaux en sens contraires , & fit parcourir au pole Nord de l'un la moitié de l'aiguille , & l'autre moitié de la même

aiguille au pôle Sud du barreau opposé. Par cette épreuve réitérée plusieurs fois de suite, on vit que les aiguilles d'acier, qui avoient une trempe complète, avoient contracté une bien plus grande vertu, & d'attraction, & de direction, que celles qui avoient été recuites après la trempe, ou qui n'étoient faites que de fer doux.

M. Knight changea plusieurs fois les pôles d'une pierre d'aimant nue, en la plaçant entre les deux barreaux, toujours alignés, mais séparés de manière que le pôle Nord de la pierre touchât le pôle Nord de l'un d'eux, & son pôle Sud, le pôle de même nom de l'autre barreau. Cette pierre ayant demeuré un bon quart-d'heure dans cette situation, eut ses pôles en sens contraires de ce qu'ils étoient auparavant; on la laissa ensuite autant de temps entre les deux barreaux, son axe ou la ligne de ses pôles, coupant à angles droits l'alignement des barreaux; les pôles de la pierre changeant encore de place, se mirent dans la direction de l'aimant artificiel.

Peu de temps après , M. Knight nous envoya de petits barreaux d'acier , longs de 3 à 4 pouces , sur environ trois lignes & demie de diametre , qui portoient , sans aucune armure , 7 à 8 fois la valeur de leur poids ; & ce qu'il y avoit de plus merveilleux , c'est que M. Knight a toujours assuré qu'il leur faisoit prendre cette vertu magnétique sans le secours d'aucun aimant naturel ni artificiel.

M. Duhamel , par différents procédés , chercha à imiter ces barreaux magnétiques , dont le Médecin Anglois a toujours fait mystere : & il parvint à en faire d'aussi forts , en partant de deux faits déjà connus : savoir , 1° que quand on aimante une lame de fer ou d'acier , le bout qui est touché le dernier a toujours plus de vertu que l'autre ; 2° que quand on aimante une petite lame sur une plus grande qui lui sert de support , elle prend par ce moyen plus de vertu qu'elle n'en recevroit si elle étoit seule.

M. Duhamel commença donc par toucher avec un aimant naturel de

petits barreaux d'acier trempé , posés au bout , & sur une barre beaucoup plus grande , & qui avoit déjà touché à l'aimant ; ensuite il les mit à la manière de M. Knight entre deux barres magnétiques , ayant soin de rendre les poles de différents noms contigus les uns aux autres , & par-là il parvint à aimanter ces petits barreaux aussi fortement que ceux qui avoient été envoyés d'Angleterre. (a)

Mais cette imitation n'étoit pas complete , en supposant que M. Knight ne se servît d'aucun aimant naturel ou artificiel , pour donner la vertu magnétique à ses barreaux ; MM. Michell & Canton en Angleterre , & M. Antheaume à Paris , se proposerent de deviner son secret , ou au moins de parvenir au même but d'une manière quelconque. (b)

(a) Voyez le détail de ces expériences, *Mém de l'Acad. Royale des Sciences*, 1745 , pag. 18 & suiv. & 1750 , pag. 154 & suiv.

(b) Tous ceux qui se sont proposé de faire prendre au fer la vertu magnétique sans le toucher à l'aimant , ont dû se souvenir que le P. Grimaldi , Jésuite , il y a environ 200 ans , observa qu'une barre de fer tenue pendant quelque temps dans une situation verticale , s'aimantoit assez pour attirer par son extrémité

Le premier vint à bout de donner un commencement de vertu magnétique à un petit barreau d'acier, qu'il plaça bout à bout entre deux barres de fer, sur une table un peu inclinée au Nord, ayant soin que ces trois corps contigus fussent alignés dans le plan du méridien magnétique, & en traînant dessus, & à plusieurs reprises, dans la direction du Nord au Sud, le bout d'une troisième barre de fer élevée presque verticalement.

Le second obtint le même effet, en attachant le petit barreau d'acier contre la partie supérieure d'un fourgon de fer, & en traînant dessus de bas en haut, & à plusieurs fois, le bout inférieur d'une de ces pincettes qui servent communément à attiser le feu.

Voici la méthode que j'ai vu pratiquer avec succès au troisième (à M. Antheaume,) & je copie ses

d'en-bas, la pointe Sud d'une aiguille de boussole, & la repousser par son extrémité d'en-haut; phénomène qui s'est confirmé depuis par l'observation qu'en fit Gassendi sur la tige de la croix du clocher de S. Jean d'Aix en Provence, & par une pareille remarque qui fut faite à la fin du dernier siècle, à l'occasion d'une pareille croix à Chartres.

» propres paroles. » Sur une plan-
» che , dit-il , inclinée dans la di-
» rection du courant magnétique ,
» c'est-à-dire pour Paris inclinée à
» l'horizon de 70 degrés du côté du
» Nord , je place de file deux barres
» de fer quarrées , de 4 à 5 pieds de
» longueur , sur 14 à 15 lignes d'é-
» paisseur , limées quarrément par
» leurs extrêmités intérieures , ou qui
» se regardent , entre lesquelles je
» laisse un intervalle de six lignes ;
» j'applique à chacune de ces extrê-
» mités une espece d'armure , for-
» mée avec de la tôle de deux li-
» gnes d'épaisseur , 14 à 15 lignes de
» largeur , & une ligne de plus de hau-
» teur , dont le côté qui doit être
» appliqué à la barre est limé , & en-
» tièrement plat ; trois des bords de
» l'autre face sont taillés en biseau
» ou chanfrein ; le quatrieme qui
» doit excéder d'une ligne l'épaisseur
» de la barre , est limé quarrément
» pour former une espece de talon.
» Pour remplir le reste de l'intervalle ,
» je mets entre ces deux armures une
» petite languette de bois de deux
» lignes d'épaisseur. Tout étant ainsi

» disposé, & placé, comme je l'ai dit,
 » dans la direction du courant ma-
 » gnétique, je glisse sur ces deux ta-
 » lons à la fois, suivant la longueur
 » des barres de fer, la barre d'acier
 » que je veux aimanter, la faisant
 » aller & venir lentement d'un de
 » ses bouts à l'autre, comme on fe-
 » roit si l'on aimantoit sur les deux
 » talons d'une pierre d'aimant. Voyez
 » la figure 14 qui représente tout cet
 » appareil. (a)

» J'ai été surpris moi-même ;
 » ajoute-M. Antheaune, de voir que
 » j'aimantois ainsi tout d'un coup,
 » non-seulement de petites barres
 » comme celles de MM. Michell &
 » Canton, mais de grosses barres d'a-
 » cier d'un pied de longueur, & mê-
 » me plus longues, ce qu'on n'ob-
 » tiendrait jamais par leurs métho-
 » des. L'expérience m'a fait connoi-
 » tre depuis que cette opération
 » produit des effets encore plus sur-
 » prenants,

(a) *AB*, la planche ou le madrier incliné ;
CD, *EF*, les deux barres de fer alignées ;
ll, les deux armures de tôle ; *hi*, la lame de
 bois qui est entre les armures ; *KL*, la lanne
 à aimanter.

» prenans , en employant des barres
 » de fer de dix pieds de longueur
 » chacune ; la force magnétique que
 » reçoit pour lors la barre d'acier ,
 » égale celle qu'elle recevroit d'un
 » très-bon aimant , &c. « *Mém. sur*
les Aimants artificiels , qui a remporté le
prix de l'Acad. de Pétersbourg en 1760.
A Paris , chez Butard , 1760.

XIX.
 LEÇON.

De quelque maniere que les barreaux aient reçu la vertu magnétique , on en fait des aimants artificiels d'une très-grande force , en les multipliant & en les distribuant en deux faisceaux séparés l'un de l'autre par deux dés de bois d'un pouce d'épaisseur , les poles de différents noms communiquant ensemble de part & d'autre par une armure de fer doux , comme les barreaux simples de M. Knight : voyez la *figure 15*. J'en ai un de cette espece qui porte 75 liv.

Feu M. Bazin , qui a écrit sur les courants magnétiques , m'envoya , il y a 10 ou 12 ans , de Strasbourg des aimants artificiels , qu'il faisoit d'un seul barreau tourné en forme de fer à cheval , comme on le peut voir par la *figure 16*. Ils ont cet avantage

que les deux poles , comme aux aimants naturels , communiquent ensemble par un contact ou portant de fer doux , auquel on accroche le poids qu'on veut faire porter.

Quant à la maniere de toucher avec les faisceaux de M. Michell , les barreaux qui forment l'aimant artificiel de M. Knight , représenté par la *figure 12* , MM. Duhamel & Antheaume recommandent le procédé suivant comme le meilleur : il faut placer l'assemblage désigné par la figure que je viens de citer , sur une table un peu longue ; que chaque barreau *A A* , (*fig. 17*) se trouve tour à tour dans l'alignement de deux autres barres d'acier *DB* & *BE* , longues de deux pieds & demi ou trois pieds ; puis on place sur le milieu du barreau *A* , le bout *N* (*fig. 18*) de l'un des faisceaux , & le bout *S* de l'autre ; & l'on traîne à plusieurs reprises & doucement celui-ci jusqu'en *D* , & celui-là jusqu'en *E* ; ce que l'on réitere pour chaque barreau sur les deux faces opposées.

L'histoire des aimants artificiels , la maniere de les construire & de

Fig. 12.

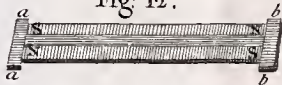


Fig. 13.



Fig. 18.

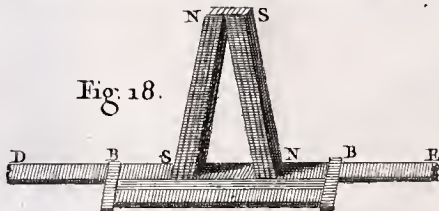


Fig. 17.

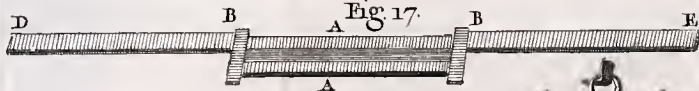


Fig. 14.

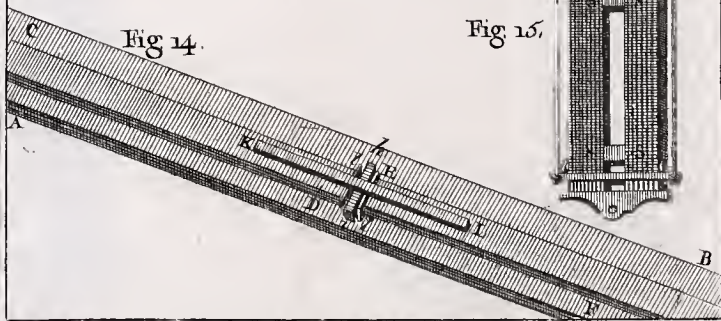


Fig. 16.



Fig. 15.





s'en servir , pour toucher les aiguilles de bouffoles , c'est ce qu'il y a de plus intéressant & de plus nouveau dans cette matiere : je crois en avoir dit assez pour fatisfaire la curiosité du plus grand nombre de mes Lecteurs ; ceux qui voudront de plus amples instructions , pourront consulter les Mémoires de l'Académie des Sciences, ou celui de M. Antheaume cités ci-dessus ; ou bien se pourvoir d'un Ouvrage in-12, imprimé à Paris en 1752 , chez Guérin & Delatour , lequel est intitulé : *Traité sur les Aimants artificiels par le R. P. Rivoire de la Compagnie de Jesus.*

QUATRIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

1a Direction.

L'aimant naturel ou artificiel dirige l'un de ses poles vers le Nord , & l'autre vers le Sud.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

1° On fait flotter sur l'eau une pe-

~~La pierre d'aimant~~ tite pierre d'aimant comme celle de la

3^e Expérience (*fig. 5.*)

2^o On place sur un pivot une aiguille de boussole bien aimantée, (*fig. 19*) ; on prend soin qu'il n'y ait ni fer ni aimant à 3 ou 4 pieds de distance aux environs.

3^o Il faut connoître à peu près la position du lieu où l'on est, par l'inspection du Soleil ou autrement.

E F F E T S.

On remarque aisément que la pierre & l'aiguille dirigent l'un de leurs poles vers le Nord, & l'autre du côté du Midi ; & si l'on fait quelque mouvement qui les dérange de cette direction, aussi-tôt qu'elles sont libres, elles affectent toujours de la reprendre.

O B S E R V A T I O N.

La direction de l'aimant, est de toutes les propriétés qu'on lui connoît, celle qui nous a été la plus utile jusqu'à présent. Celui qui s'aperçut le premier qu'une lame de fer aimantée, lorsqu'elle avoit la liberté de se mouvoir facilement, se

tournoit de maniere que ses deux ~~extrémités~~ ^{XIX.}
 extrémités indiquassent le Nord & le ^{LEÇON.}
 Sud, demeura probablement occupé
 de cette nouveauté, & ne pensa
 point à en faire d'autre usage que d'ex-
 citer l'admiration de ceux qui pou-
 voient n'en avoir point encore eu
 connoissance : mais dans le grand
 nombre des admirateurs, il étoit
 bien difficile qu'il ne se rencontrât
 enfin quelqu'un de ces génies atten-
 tifs à mettre à profit les découvertes
 que l'on doit assez souvent au ha-
 zard. Il s'en trouva en effet, & l'on
 pensa qu'un instrument capable d'indi-
 quer par lui-même le Nord & le
 Sud, devoit être d'un grand secours
 à quiconque auroit besoin de s'o-
 rienter dans des temps & dans des
 lieux où le Ciel ne pourroit être con-
 sulté.

C'EST LA précisément le cas où ^{Appli-}
 l'on se trouve dans un bâtiment de ^{cation}
 mer, lorsqu'on a perdu les côtes de ^{de cette}
 vue, & que les astres sont cachés ^{proprié-}
 par des nuages épais. Comme les ^{té de l'ai-}
 vents peuvent changer à tout instant, ^{mant.}
 il faut que la manœuvre change aussi ^{Inven-}
 pour entretenir le vaisseau dans sa ^{tion de}
^{la bous-}
^{sole.}

route. Mais lorsqu'on ne voit ni le Ciel ni la Terre, comment fauroit-on que l'on manœuvre à propos, ou qu'on a justement remédié à l'inconstance du vent; cette difficulté tenoit autrefois la navigation dans des bornes très-étroites, à peine osoit-on perdre la terre de vue; ce n'est, à proprement parler, que depuis l'invention de la boussole que l'on a entrepris des voyages de long cours, & qu'on a vu fleurir le commerce de mer en Europe.

Les Historiens ne conviennent point trop entr'eux ni du temps, ni du lieu où cet instrument a pris naissance : le Lecteur qui sera curieux d'apprendre ce que l'on en peut savoir, pourra consulter le Spectacle de la Nature de feu M. Pluche (a); il y trouvera en même temps un détail historique des plus importantes découvertes qui ont été faites, depuis que l'aiguille aimantée a rendu les Navigateurs plus hardis. Je dirai seulement qu'au 12^e siècle les Pilotes Français s'aideroient déjà de cette aiguille qui portoit alors le

(a) Tom. IV, pag. 419 & suiv.

nom de *Marinette*, à cause de l'usage qu'on en faisoit sur mer; & à l'égard du pays à qui l'on doit faire honneur de cette invention, n'est-ce point un préjugé en faveur de la France, qu'à toutes les rosettes de boussoles des différentes nations, le Nord soit toujours marqué par une fleur-de-Lys?

LA BOUSSOLE ou *Compas de mer*, est composée de trois parties principales : savoir, la rosette, la suspension, & la boîte qui contient le tout.

Descrip-
tion du
compas
de mer.

La *rose* ou *rosette* est ordinairement un carton fin ou une feuille de talc couverte de papier, d'une figure circulaire, dont la circonférence est divisée en 360 degrés, comme on le peut voir par la *figure 20*. Le diamètre de la rosette est égal à une lame d'acier aimantée de 8 à 10 pouces de longueur, & qui est fixée dessus ou dessous : au milieu de cette lame ou aiguille, & au centre de la rose, est une chape ou *capelle*, c'est-à-dire, un petit cône creux de métal ou d'agate, qui excède le plan supérieur du cercle, & dans lequel est

~~LEÇON.~~ XIX.
LEÇON. reçu le pivot sur lequel la rose doit tourner.

Quant à la suspension, on la fait ordinairement de la manière suivante.

Un hémisphère creux de cuivre porte à son bord deux petits tourillons diamétralement opposés, par le moyen desquels il est suspendu, & mobile dans une zone circulaire de même métal, laquelle se meut elle-même sur deux tourillons semblables, dont l'alignement A , A coupe à angles droits celui des deux premiers B , B (*fig. 21.*)

La boîte qui contient le tout, (*fig. 22*) est faite de bois, & reçoit dans deux entailles pratiquées aux bords de ses deux côtés opposés C , C , les deux tourillons A , A ; dans le fond de la cuvette hémisphérique, qui est lestée avec du plomb, est fixé un pivot très-pointu & très-dur, qui porte la rosette à la hauteur des bords de ce vase où sont élevées deux pinules D , D .

On concevra aisément, qu'au moyen d'une telle suspension, la rosette peut s'entretenir dans une si-

tuation horizontale , de quelque côté que le mouvement du vaisseau fasse pancher la boîte ; & que tandis qu'on borneie un objet par les pinules , la rosette qui tourne librement sur son pivot , obéissant à l'aiguille aimantée à laquelle elle tient , montre par le nombre des degrés interceptés entre la pinule la plus éloignée de l'œil , & l'endroit où l'aiguille se fixe , à quel point de l'horizon répond l'objet qu'on observe.

Et si la ligne qui passe par les pinules , est parallèle à la quille du vaisseau , on voit par le même moyen si la route du vaisseau se maintient dans la direction qu'on veut qu'elle ait.

QUELQU'UN qui seroit égaré dans une forêt , pourroit s'orienter avec une boussole portative , & retrouver le lieu où il voudroit se rendre ; c'est apparemment pour de telles occasions que la mode s'est introduite de porter des petites boussoles pendues aux cordons de montres ; mais quels secours peut-on attendre de pareils colifichets , si l'on fait qu'une ai-

XIX.
LEÇON.

Bousso-
les por-
tatives.

guille aimantée de deux pouces de longueur, est à peine capable de rendre ce service à quelqu'un qui sauroit bien la mettre en usage ?

Bouffo-
les à ca-
drams,

BIEN des gens portent encore de ces cadrans solaires garnis de bouffoles, qu'on appelle des *Buterfeds*, du nom de l'ouvrier qui les faisoit le mieux de son temps : on les oriente en les posant horizontalement sur un endroit fixe, & en les tournant jusqu'à ce que l'aiguille aimantée s'arrête vis-à-vis le degré qui marque la déclinaison du lieu. (a) Alors s'il fait du Soleil, l'index qui s'élève sur le plan du cadran, marque par son ombre à peu près l'heure qu'il est ; je dis à peu près, mais c'est à condition que la bouffole sera grande, que l'aiguille sera bien mobile & bien aimantée, qu'il n'y aura aucun fer ni acier dans le voisinage, & que celui qui voudra savoir l'heure avec cet instrument, saura bien s'en servir : sans cela, il ne vaut pas la plus mauvaise montre.

Perfec-
tions à
désirer
dans la
bouffo-
le.

QUELQUE utile que soit la bouffole en mer, elle ne l'est point en-
(a) Je dirai tout-à-l'heure ce que c'est que la déclinaison du lieu.

core autant qu'elle pourroit l'être , si l'aiguille aimantée , qui en est la piece principale , avoit une direction constante ; si elle se dirigeoit toujours au vrai Nord , & au vrai Sud , ou bien à tout autre point de l'horizon , pourvu qu'elle ne changeât jamais. Quand une fois on auroit réglé la route du vaisseau pour faire un certain angle avec la direction de l'aiguille , il n'y auroit plus d'autre soin à prendre que celui de conserver cet angle toujours le même , & l'on seroit assuré que la route ne seroit point changée , ou l'on sauroit au moins de quelle quantité elle l'est : mais ce qui jette beaucoup d'incertitude dans l'usage de la boussole , & ce qui oblige à ne perdre aucune occasion de se redresser par l'inspection du Ciel , c'est que cette direction de l'aimant si précieuse à la navigation , varie d'un lieu & d'un temps à l'autre ; il y a plusieurs endroits dans le monde où l'aiguille aimantée affecte de se tourner exactement vers le Nord & vers le Sud ; & il y en a une infinité d'autres où elle s'en écarte plus ou moins ;

XIX.
LEÇON.

Déclinaison
de l'aiguille
aimantée.

cette différence entre la direction de l'aimant & la ligne méridienne du lieu dans lequel on observe , se nomme *déclinaison*.

Quoique ce fût une assez grande incommodité dans l'usage de la boussole , que d'être obligé d'apprendre la déclinaison de l'aimant pour chaque lieu , l'importance de cet instrument vaudroit bien la peine qu'on s'en assurât , si les observations une fois faites pouvoient servir de regle par la suite : c'étoit sans doute dans cette vue que M. Halley avoit dressé en 1700 une carte générale , sur laquelle on voit une ligne qui passe par tous les endroits observés , où l'aimant n'avoit point de déclinaison , & d'autres lignes qui indiquent par un chiffre de combien il déclinait en d'autres lieux (a) ; mais il y a encore une *variation* qui dépend du temps , & qui ne suit aucune regle dont on soit sûr.

Depuis l'établissement des Académies dans les différents Etats , on trouve tous les ans , dans les re-

(a) Voyez l'Essai de Physique de Muschenbroek in-4^o, Tome II, Planche XXVIII.

cueils des Mémoires qu'elles font imprimer, les observations météorologiques pour chaque année ; celles qui concernent l'aimant s'y trouvent aussi, & l'on y peut voir qu'à Paris, depuis l'an 1666, temps auquel l'Académie des Sciences fut établie, l'aiguille aimantée, qui alors se dirigeoit au vrai Nord, a toujours décliné de plus en plus vers l'Ouest ; de sorte qu'aujourd'hui (a) sa déclinaison est de 18 degrés & demi ; mais comme cette aiguille, quand on l'agite un peu, revient rarement avec précision au même endroit d'où elle est partie, & qu'il est difficile de voir à un demi-degré près l'endroit où elle se fixe en vertu du magnétisme, il se passe souvent plusieurs années avant qu'on puisse décider avec certitude sur la quantité dont sa déclinaison est augmentée. A en juger par les meilleures observations qu'on a pu recueillir depuis près de deux siècles, & en supposant que la déclinaison de l'aimant se fasse avec un mouvement uniforme, il semble qu'elle va en augmentant de

(a) C'est-à-dire dans toute l'année 1763.

XIX.
LEÇON. 9 à 10 minutes par chaque année , à Paris & assez loin aux environs.

Suivant quelques observations qu'on trouve dans les Transactions philosophiques de 1759 , il semble que l'aiguille aimantée soit encore sujette à une variation journaliere qui la fait décliner le matin vers le couchant de 7 à 8 minutes , & le soir d'autant en sens contraire , à compter du point de sa déclinaison ordinaire.

La boussole recevrait donc un grand degré de perfection , si l'on pouvoit faire en sorte que l'aimant qui anime sa rose , ne déclînât jamais d'un certain point de l'horizon , en quelque lieu qu'on la portât ; c'est un projet qui a été conçu par d'habiles gens , mais qui n'a point encore été exécuté ; malgré les tentatives inutiles qu'on a faites sur cela , il ne faut point désespérer : le temps qui voit naître un dessein , est quelquefois bien éloigné de celui où il doit être mis en exécution.



CINQUIÈME PROPRIÉTÉ
DE L'AIMANT.XIX.
LEÇON.

Celui des poles d'un aimant ou d'un fer aimanté, qui se dirige vers le Nord, s'incline aussi vers la Terre.

L'incli-
naison
de l'ai-
guille
aiman-
tée.

VII. EXPÉRIENCE.

P R É P A R A T I O N .

E F, (*fig. 23*) est une lame ou aiguille d'acier trempé, qui depuis *G* jusqu'en *F* ressemble à peu près à un couteau. L'autre partie *G E* est fendue en fourchette pour faire ressort, & afin qu'une petite masse de cuivre *E* qui glisse dessus, puisse s'arrêter où l'on veut. En *G* est un axe semblable à celui d'un fléau de balance, & par le moyen duquel la lame *E F* se met en équilibre sur un support qui finit en fourchette; *HIK* est une portion de cercle de cuivre, qui est divisée en degrés, & marquée par des chiffres de 10 en 10.

Il faut d'abord mettre l'aiguille *E F* en équilibre, en avançant ou en reculant la petite masse *E*, jusqu'à

XIX.
LEÇON. ce que le bout *F* réponde justement à zéro du quart de cercle.

Ensuite ayant ôté cette aiguille de dessus son support, on la touche à un bon aimant, en la faisant glisser de *G* en *F*, & on la remet en place.

E F F E T S.

L'aiguille après avoir touché l'aimant, ne se tient plus comme auparavant dans une situation horizontale : la partie *FG* s'incline, & fait avec l'horizon un angle que l'on peut aisément mesurer par l'arc intercepté entre le degré auquel elle aboutit, & le zéro d'où elle est descendue.

O B S E R V A T I O N S.

L'opinion commune, & qui paroît fondée sur des relations assez

[a] *Vo-* sûres, (*a*) est que cette inclinaison de
yez Mém. l'aimant augmente à mesure qu'on
de l'A- s'avance davantage dans les pays
cad. R. Septentrionaux : on pourroit donc
des Sc. espérer quelques éclaircissements sur
an. 1754. la cause physique du magnétisme,
p. 94. si l'on avoit des aiguilles d'inclinaison
suiv. qui fussent comparables entr'elles,

les, c'est-à-dire, que dans un lieu donné, elles fissent constamment le même angle avec l'horizon, afin qu'étant portées en différents lieux de la terre, on pût légitimement attribuer à la cause du magnétisme, les variations qu'on remarqueroit à leur inclinaison. D'ailleurs ces sortes d'instruments seroient encore fort utiles dans la navigation, si l'on étoit certain, qu'en s'inclinant d'une certaine quantité, ils indiquassent tel ou tel climat, telle ou telle latitude. Mais l'expérience apprend que le plus ou le moins d'inclinaison dépend beaucoup de la longueur de l'aiguille, de la qualité du fer ou de l'acier dont elle est faite, de la façon dont elle est taillée, & encore plus de la force de l'aimant auquel on l'a touchée; de sorte qu'il est peut-être aussi difficile de construire une aiguille d'inclinaison dont les effets soient constants & réglés, que d'avoir une boussole dont la direction ne varie point.

DANS les voyages de long cours, les Pilotes sont quelquefois obligés de charger avec de la cire ou autre-

XIX.
LEÇON.

Difficulté de construire des aiguilles d'inclinaison qui soient comparables entre elles.

Remedes contre l'inclinaison des aiguilles.

ment la partie méridionale de leur rose pour la rappeler dans une situation horizontale ; parce qu'en avançant vers le Nord , l'autre bout de l'aiguille s'incline sensiblement , ce qui gêne son mouvement.

Lorsqu'on prépare les aiguilles de boussoles , & qu'on les a mises en équilibre sur leurs pivots , dès qu'on les a touchées à l'aimant , & qu'on les remet en place , on s'apperçoit bientôt que le bout qui se dirige au Nord , s'incline comme s'il étoit devenu plus pesant que l'autre ; & l'on est presque toujours obligé d'en couper une petite portion pour faire renaître l'équilibre.

Il est à présumer que cette inclinaison n'a pas lieu à l'équateur , ni dans les lieux circonvoisins ; & qu'elle se fait en sens contraire dans les climats méridionaux : c'est aux relations bien fideles à nous apprendre au juste ce qui en est.

Voilà les principales propriétés de l'aimant , & les phénomènes les plus intéressants de ceux qui peuvent s'y rapporter ; j'ometts ici certains détails de pratique qui n'in-

Fig. 20.



Fig. 23.

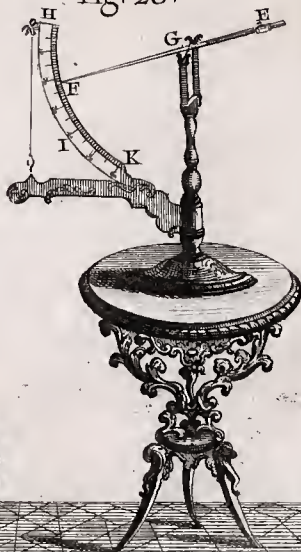


Fig. 22.

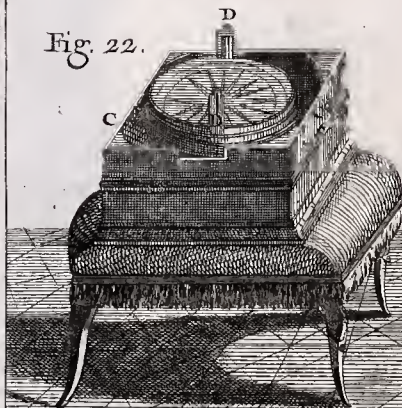
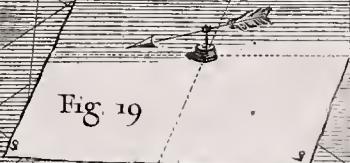


Fig. 21.



Fig. 19





téressent peut-être pas le plus grand nombre de mes Lecteurs, mais qui doivent être recherchés comme des instructions fort utiles, par tous ceux qui auront à travailler sur cette matière : feu M. Muschenbroek qui a travaillé sur l'aimant plus qu'aucun Auteur que je connoisse, a fait imprimer une dissertation fort longue (a), dans laquelle on trouvera abondamment de quoi se satisfaire.

XIX.
 LEÇON.

R É F L E X I O N S

Sur les Causes du Magnétisme.

QUOIQUE les Savants aient embrassé diverses opinions sur les causes du magnétisme, & qu'ils aient suivi différentes routes pour en expliquer les phénomènes, ils se sont toujours réunis en un point qui est comme la base de leurs systèmes; il

(a) Cette dissertation fait la plus grande partie d'un Ouvrage in-4°, imprimé en 1729 sous ce titre : *De magnete, tuborumque capillarum, &c. Dissertationes.*

XIX.
LEÇON.

Matiere
magné-
tique ;
preuve
de son
existen-
ce.

n'en est presque point parmi eux qui n'admette autour de chaque aimant naturel ou artificiel , un fluide subtil & invisible , qui circule d'un pôle à l'autre , & auquel on a donné le nom de *matiere magnétique*. Cette supposition est tout-à-fait vraisemblable , & l'on ne peut guere s'y refuser quand on voit l'expérience qui suit.

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On pose un aimant sur un carton lisse , ou sur un grand carreau de vitre bien essuié ; on le pose de maniere que la ligne qui joint ses pôles soit parallele au plan sur lequel il est posé. Avec un poudrier d'écritoire , ou avec quelque chose d'équivalent , on tamise d'un peu haut de la limaille de fer , & l'on frappe quelques coups avec la main sur la table où le carton est placé.

E F F E T S.

La limaille s'arrange en plusieurs demi-cercles , ou demi-ovales , qui

aboutissent de part & d'autre aux ~~deux~~ ^{XIX.}
deux poles de l'aimant, comme on ^{LEÇON.}
le peut voir par la *figure 24.*

R É F L E X I O N S.

Il est naturel de penser, comme on l'a fait, que la limaille s'arrange ainsi, parce que chaque parcelle de fer est enfilée par une matiere fluide, qui vient d'un pole de l'aimant pour rentrer par l'autre ; car cette limaille ne s'arrange jamais ainsi qu'en présence d'un aimant, & l'on ne peut pas dire que l'aimant opere cet arrangement par lui-même & immédiatement, puisque cela se fait hors de lui & à une certaine distance.

CETTE matiere, quelle qu'elle soit, est sans doute très-subtile, puisqu'elle agit au travers de tous les corps, comme on l'a vu ci-dessus. ^{Qualités de la matiere magnétique.}
Son mouvement doit être extrêmement rapide, & sa détermination bien constante, puisque les effets qui en résultent se font en un instant, & que la flamme même n'est pas capable d'y faire obstacle : nous devons croire aussi qu'elle est toujours présente autour de chaque aimant,

en tout temps & en tous lieux , puis-
que son action se manifeste en toutes
LEÇON. circonstances.

La matiere magnétique , dont presque personne ne conteste l'existence , est donc reconnue pour la cause prochaine des effets de l'aimant ; c'est - là , comme je l'ai déjà dit , le point de réunion pour tous les Physiciens ; mais quelle est la nature de cette matiere , d'où vient-elle , comment agit-elle , & pourquoi son action se borne-t-elle au fer & à l'aimant ? voilà ce qui partage les esprits , & ce qu'il est très-difficile de bien décider.

Opi -
 nions des
 Physi -
 ciens sur
 l'action
 de cette
 matiere
 dans les
 phéno -
 menes de
 l'aimant.

DESCARTES , & après lui la plupart de ceux qui ont travaillé sur cette matiere , ont pensé que le globe terrestre est en grand ce qu'une pierre d'aimant est en petit ; que d'un pole du monde à l'autre , il se fait une circulation continuelle de ce fluide subtil à qui l'on attribue tout ce qu'on observe de merveilleux dans le magnétisme : que le fer & l'aimant étant apparemment les seuls corps disposés à recevoir intérieurement cette matiere , elle

les dirige selon son courant par-tout où elle les rencontre ; & que ne trouvant nulle part ailleurs un accès aussi libre , elle y rentre après en être sortie , & qu'elle forme autour d'eux un tourbillon qui a plus ou moins d'étendue & de force , selon les dispositions plus ou moins favorables de ces deux corps.

Par ce mouvement qu'on attribue à la matiere magnétique d'un pole à l'autre de la terre , on prétend rendre raison de la direction de l'aimant ; & en effet cette hypothese une fois admise , il semble d'abord qu'on apperçoive assez clairement pourquoi une aiguille aimantée se dirige au Nord , en la considérant comme un assemblage de petits canaux , qu'un fluide pénètre & aligne selon son courant : mais si l'on y réfléchit un peu , & que l'on en juge par comparaison avec les effets du même genre qui nous sont plus connus , on voit bientôt que cette explication souffre de grandes difficultés.

Qu'arriveroit-il , par exemple , si je plaçois dans la riviere une piece de bois suspendue en équilibre par

Difficultés contre ces opinions

le milieu de sa longueur ? Si cette piece de bois étoit percée d'un bout à l'autre , & qu'elle se trouvât d'abord alignée selon le fil de l'eau , je conçois bien qu'elle pourroit garder cette direction , à la faveur du fluide qui l'enfilerait ; mais si je la plaçois en travers du courant , & que le centre de son mouvement fût à égales distances de ses deux bouts , je ne vois pas qu'elle dût changer de position sans quelque accident ; car le courant ne l'enfilerait plus , puisque par supposition ce tuyau feroit des angles droits avec le fil de la riviere.

Supposons maintenant que cette piece de bois ne soit point percée , qu'elle soit impénétrable à l'eau , il est certain que si sa longueur se trouve parallele à la direction du courant , l'eau qui coule de toutes parts le long de sa surface , lui fera constamment garder cette position , ou qu'elle la lui fera prendre même dans tous les cas , excepté celui où la piece de bois , posée en travers de la riviere , recevrait de part & d'autre du centre de son mouvement des impulsions égales de la part du courant.

Conséquemment

Conséquemment à ces principes , qui sont incontestables , si l'aiguille aimantée se dirige du Nord au Sud , parce qu'un torrent de matiere l'enfile suivant cette direction , il semble qu'en la plaçant de maniere que ses pointes regardassent l'Est ou l'Ouest , on devroit la mettre hors d'état de s'aligner suivant la direction naturelle de la matiere magnétique , comme le tuyau qu'on placeroit en travers de la riviere , y demeureroit en équilibre , n'étant plus enfilé par le courant. Cependant on fait que cela n'arrive jamais ; l'aimant se dirige constamment vers le Nord & vers le Sud , quelque position qu'on affecte de lui faire prendre.

Il suit encore de notre comparaison , que la matiere qui va d'un pole à l'autre de la terre , devroit diriger une aiguille de cuivre ou d'argent , de même qu'elle dirige celle de fer & d'acier ; car si son action se fait sentir sur ce dernier métal , parce qu'elle le pénètre facilement , comme on le dit , il semble qu'elle devroit aussi mouvoir les autres , parce qu'elle ne les pénètre

pas de même ; est-il nécessaire que le vent pénètre dans l'intérieur d'une girouette pour la faire tourner , & la contenir dans la direction qu'il a ? ne suffit-il pas qu'il se coule le long d'elle de part & d'autre ? en un mot , si la matiere magnétique n'enfile que du fer aimanté , l'aiguille de cuivre paroît être dans le cas de notre piece de bois qui ne seroit point percée , & qui n'en seroit pas moins capable de se diriger suivant le fil de l'eau.

Une autre difficulté qui se présente , c'est que l'aimant ne se dirige point toujours au vrai Nord & au vrai Sud ; la matiere magnétique ne va donc pas constamment d'un pole du monde à l'autre ? Pour rendre raison de cette espee d'irrégularité , il en coûteroit peu d'accorder à cette matiere des poles un peu différents de ceux de notre globe. Mais cette déclinaison , comme l'on fait , varie pour les temps & pour les lieux : l'hypothese ne peut donc subsister qu'en perdant beaucoup de sa premiere simplicité , & de son mérite par conséquent.

Selon M. Halley , cette terre que

nous habitons n'est qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant , qui en est comme le noyau : ce Savant prétendoit de plus que cet aimant a une révolution particulière sur lui-même , par laquelle ses poles s'éloignent peu à peu de ceux du globe extérieur : c'est pour cette raison , disoit-il , que les petits aimants , & les aiguilles de boussoles déclinent de plus en plus du Nord à l'Ouest , parce que le torrent qui les dirige a deux termes qui changent continuellement de position. C'est dommage que cette ingénieuse pensée manque de preuve , & qu'on ne puisse la concilier avec les observations , sans la charger encore de quelques suppositions ; car comme la variation de la déclinaison n'est point uniforme , qu'elle est plus grande dans un temps , ou dans un pays que dans un autre , on est obligé d'attribuer au noyau d'aimant un mouvement irrégulier pour satisfaire à toutes ces variétés.

C'est encore par cette matière émanée de la terre ou de son noyau d'aimant , qu'on cherche à expliquer

XIX.
LEÇON.

l'inclinaison de l'aiguille aimantée : si l'on jette les yeux sur la *figure 25*, on voit que l'aiguille *b*, en s'alignant suivant la direction du fluide qui environne l'aimant *NS*, incline aussi une de ses extrémités, & que cette inclinaison est d'autant plus grande que l'aiguille se trouve placée plus près du pôle *N*.

Si les deux parties opposées de la terre qui servent de poles à la matiere magnétique, n'étoient que de très-petits espaces, il est certain qu'il faudroit en approcher de fort près pour appercevoir l'inclinaison de l'aimant ; par-tout ailleurs le fluide magnétique auroit un mouvement parallele à la surface du globe, & l'aiguille qu'il enfileroit, paroîtroit toujours dans un plan horizontal ; mais il faut croire que cette émanation de matiere occupe une très-grande partie de chaque hémisphere terrestre, comme il est représenté par la *figure 25* ; de sorte que son courant est presque toujours incliné jusqu'aux environs de l'équateur.

Outre cette circulation d'un pôle à l'autre, qu'on attribue à la matiere

magnétique , & qu'on regarde comme la cause principale de la direction & de l'inclinaison de l'aimant , il semble qu'on doive encore supposer qu'elle se meut , ou qu'elle agit aussi dans une direction perpendiculaire à la surface de la terre , en quelque lieu que ce soit. Sans cette supposition , il est assez difficile de rendre raison du fait que l'on va voir , & de ses circonstances.

I X. E X P É R I E N C E.

P R É P A R A T I O N.

Sur un petit guéridon de bois , élevé à une hauteur commode , on place une aiguille aimantée, très-mobile sur son pivot , comme on le voit par la *figure* 26. On prend ensuite une verge de fer , ronde ou quarrée , de 7 à 8 lignes de diamètre , & de deux ou trois pieds de longueur : on la tient dans une situation perpendiculaire à l'horizon , ou à peu près , & l'on présente d'abord le bout d'en-bas , & ensuite le bout d'en-haut à l'aiguille.

E F F E T S.

On remarque assez constamment que le bout de la verge de fer qui est le plus élevé , attire ; & au contraire que celui qui est le plus abaissé , repousse la partie de l'aiguille qui se dirige au Nord ; & que chacun des bouts de la verge de fer a des effets tout différents , s'il est présenté à l'autre partie de l'aiguille qui a coutume de se diriger au Sud.

R É F L E X I O N S.

Une barre de fer devient donc tout d'un coup , & par la seule position verticale , un aimant qui a des poles, puisque par ses deux extrémités , elle exerce sur l'aiguille aimantée la même répulsion & la même attraction que nous avons remarquées ci-dessus entre deux aimants. Je dis par la seule position , car on n'y voit pas d'autre cause, quand on s'y prend doucement , pour élever & abaisser , sans secousses , la barre de fer lorsqu'on veut présenter successivement & de suite ses deux extrémités au même bout de l'aiguille. Le fait est

même si marqué , qu'il n'est pas nécessaire absolument que la verge de fer soit dans une situation tout-à-fait verticale ; quand elle ne seroit qu'inclinée , pourvu qu'elle ait une de ses extrémités plus élevée que l'autre , cela suffit pour produire les effets dont je viens de faire mention.

Le tourbillon de matiere magnétique , que tout le monde admet autour de l'aimant , sert à rendre raison des autres effets , c'est-à-dire , de l'attraction & de la communication.

L'aimant , dit-on , attire le fer quand il en est à une distance convenable , c'est-à-dire , quand le fer est plongé dans cette matiere qui circule de l'un à l'autre de ses poles : parce qu'alors l'effort que fait ce fluide pour rentrer dans la pierre , s'exerce contre le fer qui le touche , & le porte contre le corps qui est comme le centre de sa circulation.

Il est vrai qu'on est comme forcé d'admettre cette cause en général , parce qu'on n'en apperçoit point d'autre ; mais quand on la compare avec ses effets , l'esprit se révolte , &

ne conçoit qu'avec bien de la peine qu'il puisse venir tant de merveilles d'une source si peu féconde en apparence. Nous n'avons aucun exemple connu dans la nature qui nous amene à croire qu'un fluide si subtil , qui se fait si peu sentir d'ailleurs , puisse produire une adhérence de 60 ou 80 livres entre deux corps qu'il pénètre , dit-on , avec une extrême facilité : si la matiere magnétique traverse l'aimant & le fer avec autant d'aisance que le prétendent presque tous les Physiciens , pourquoi les attache-t-elle si fortement l'un à l'autre , tandis qu'elle ne fait rien de semblable à l'égard du bois , du carton , du cuivre , du verre , &c. qu'elle pénètre aussi , comme on l'a vu précédemment. Le fer & l'aimant seroient-ils donc , contre l'opinion commune , les seuls corps impénétrables à la matiere magnétique , comme un grand Physicien de nos jours (a) a été tenté de le croire ? ou bien y a-t-il dans ces deux minéraux une disposition

(a) M. de Réaumur , *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences* , 1730 , p. 145.

particuliere qui fasse valoir l'action de ce fluide ?

XIX.
LEÇON.

Cette dernière conjecture paroît assez plausible , sur-tout quand on fait qu'une pierre d'aimant perd quelquefois une grande partie de sa vertu en tombant par terre , en se heurtant rudement , ou quand on l'expose à une chaleur violente : son affoiblissement alors ne peut guere s'attribuer qu'à un changement d'ordre dans ses parties , & à la disposition nouvelle & désavantageuse que le choc ou le feu leur a fait prendre. Deux expériences & quelques observations que je vais rapporter , feront connoître évidemment que cette disposition intérieure de l'aimant , se trouve aussi dans le fer aimanté , qu'on l'y peut faire naître , ou l'y augmenter quand on le veut.

X. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut prendre un gros fil de fer , comme de deux ou trois lignes de diametre , & de 12 à 15 pouces de longueur , le pincer dans un gros

étau de Serrurier , ou le passer dans un trou que l'on aura fait dans une piece de fer un peu épaisse , pour le plier & replier à plusieurs fois , & en sens contraires d'un bout à l'autre , & enfin le casser à l'endroit où l'on finit cette opération.

E F F E T S.

Si l'on présente le bout où le fil a été cassé , à la limaille de fer , il l'attire & s'en charge comme pourroit faire une lame de couteau qui auroit été foiblement aimantée.

XI. EXPÉRIENCE.

P R É P A R A T I O N .

Tenez d'une main la verge de fer que nous avons employée pour la IX^e Expérience , dans une situation verticale ; frappez dessus d'un bout à l'autre légèrement avec un marteau de fer , & attendez que le son & le frémissement des parties soient cessés. Voyez la figure 27.

E F F E T S.

1^o Si vous tenez ensuite cette

verge de fer dans une situation horizontale , & que vous présentiez à une aiguille aimantée , le bout *A* qui étoit le plus élevé , quand vous avez donnez les coups de marteau , vous attirerez la partie de l'aiguille qui se dirige vers le Nord ; le bout opposé *B* fera un effet tout contraire.

2° Lorsqu'on recommence l'expérience , en tenant en haut le bout *B* , pendant qu'on frappe ou qu'on secoue rudement la verge de fer , ce même bout attire ensuite la partie de l'aiguille qu'il repoussoit auparavant.

Ainsi l'on peut changer autant de fois qu'on le juge à propos , les propriétés de ces deux bouts *A* & *B* , en tenant en bas ou en haut , tandis que l'on bat la verge de fer , celui des deux que l'on veut qui attire ou repousse.

R É F L E X I O N S.

Ces deux dernières expériences prouvent assez bien que l'agitation & les secousses changent quelque chose à la constitution intérieure du fer , & que ce changement , quel qu'il soit , fait prendre au métal la

qualité de l'aimant : si l'on savoit en quoi consiste cette conversion , & ce qui constitue ce nouvel état qu'on fait prendre au fer , on toucheroit sans doute d'assez près à la première cause du magnétisme ; mais les signes extérieurs qui constatent le fait , ne nous apprennent point comment il est produit , nous n'avons sur cela que des conjectures ; voici celles qui m'ont paru les plus raisonnables.

Opi-
nion de
M. Du-
fay.

M. DUFAY , d'après Descartes , dont il a beaucoup simplifié les idées , croyoit que les pores du fer sont de petits canaux revêtus intérieurement de filaments très-déliés & mobiles , sur celle de leurs extrémités qui est adhérente ; de sorte qu'à la moindre secousse , au moindre choc , tous ces petits poils se renversent & se couchent , comme on le peut voir par la *figure* 28. Cette disposition rend les pores d'un accès facile par un côté seulement ; & quand la matière magnétique se présente par la partie opposée , elle ne peut y passer , à moins qu'elle ne soit assez abondante & assez forte pour re-

Fig. 28



Fig. 25.

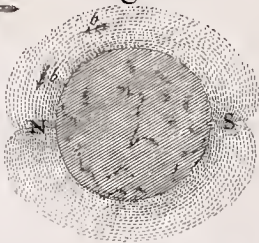


Fig. 27.



Fig. 26,

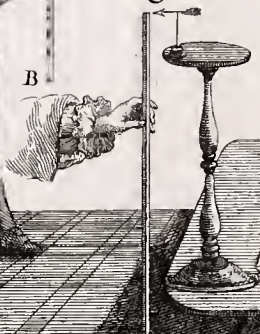
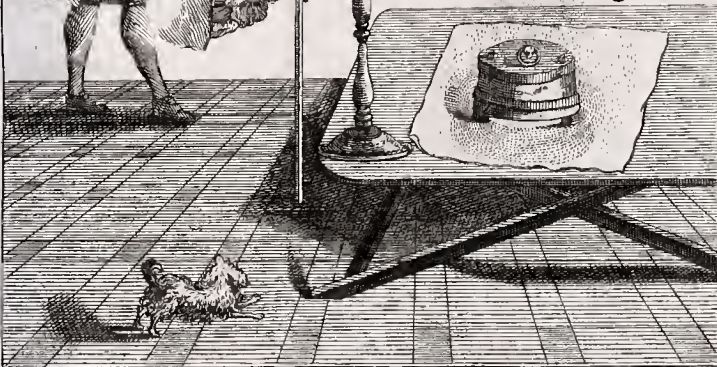
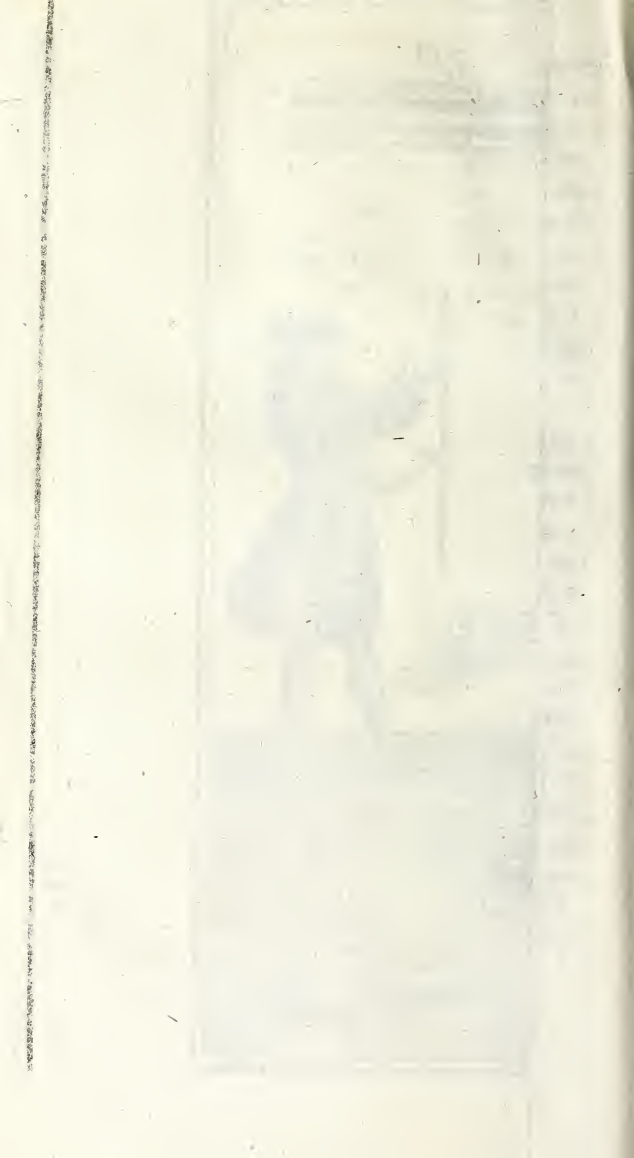


Fig. 24





tourner les petits poils métalliques qui lui présentent leurs pointes. Voilà pourquoi , disoit-il , une verge de fer secouée perpendiculairement , devient un aimant dont le pole d'entrée est en haut , & le pole de sortie en bas : & quand une pierre d'aimant communique sa vertu à une aiguille ou à un couteau , c'est que le torrent de matière magnétique qui en sort , couche d'un même côté tous les poils dont les pores sont revêtus , & met cette lame en état d'être continuellement pénétrée , comme une pierre d'aimant , par la circulation d'une semblable matière. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730 , *pag.* 142 & *suiv.* où M. Dufay applique ce système à tous les phénomènes de l'aimant.

M. DE REAUMUR considérant le fer comme un aimant imparfait , croyoit que ce métal renfermoit une infinité de petits tourbillons de matière magnétique , à qui il ne manque que de se joindre ensemble pour réunir leurs forces ; la secousse , les coups de marteau , les plis & les

XIX.
LEÇON.

Opinion de
M. de
Réau-
mur.

replis que l'on fait au fer, sont, selon lui, autant de moyens qui dégagent, pour ainsi dire, la matiere magnétique, & qui l'aident à prendre un courant réglé d'un bout à l'autre d'une lame, ou d'une barre de fer : ce que les coups réitérés & ménagés avec dessein peuvent opérer foiblement, un torrent de matiere bien puissant, tel qu'il se trouve au pôle d'un aimant naturel, le fait bien plus sûrement. Voilà le fond du système ; on en peut voir les applications plus détaillées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730, *pag.* 145 & *suiv.*

Soit qu'on adopte l'une ou l'autre de ces deux opinions, on peut expliquer assez heureusement certains faits qui ont mérité l'attention des Savants.

La croix du clocher d'Aix & celle du clocher de Chartres, sont devenues fameuses, parce que leurs tiges, après avoir été descendues, se sont trouvées naturellement aimantées, ayant des pôles bien marqués à leurs extrémités.

Tous les outils d'acier dont les Ouvriers se servent pour couper & percer le fer à froid, comme les ciseaux, les poinçons, les forets, &c. enlèvent aussi la limaille de fer par leurs pointes ou tranchants.

XIX.
LEÇON.

Les peles, les pincettes & autres instruments de fer, que l'on a coutume de tenir debout, & que l'on met toujours assez rudement dans cette situation, donnent très-souvent des signes de magnétisme; & l'on prétend que la foudre a quelquefois fait prendre au fer la vertu de l'aimant, comme il est arrivé aussi qu'elle l'a fait perdre aux aiguilles de boussoles.

C'est que par succession de temps, & par des secousses violentes, les filaments intérieurs du fer se sont couchés tous du même sens, & que par cette disposition uniforme des parties, les pores du métal laissent un passage plus libre & plus réglé à la matière magnétique; ou bien par les mêmes causes, les petits tourbillons particuliers de cette matière se réunissent dans l'intérieur du fer, & acquièrent une communication avec

celle du dehors , ce qui fait que la circulation devient libre.

XIX.
LEÇON.

A propos des outils qui s'aimantent en coupant du fer , M. de Réaumur a soupçonné , avec beaucoup de vraisemblance , que cette vertu leur vient plutôt en coupant du fer qu'en coupant toute autre matiere (fût-elle aussi dure.) Une des raisons qu'il en donne , c'est qu'il y a tout lieu de croire que ce métal est continuellement environné d'une athmosphère de matiere magnétique d'autant plus forte que le morceau de fer est plus gros.

Cette conjecture est appuyée sur une belle expérience qui mérite d'être rapportée. Le fait est qu'un aimant naturel ou artificiel enleve une plus grande quantité de fer , lorsque ce fer est posé sur une enclume , que s'il étoit posé sur du bois ou sur de la pierre ; & si l'enclume qui sert de support est plus grosse , l'aimant en paroît plus puissant , comme si le tourbillon de matiere magnétique, d'où dépend l'attraction , devenoit plus abondant par le voisinage d'une grosse masse de fer.

Je

Je termine ici ce que j'avois à dire
au sujet de l'aimant : ceux de mes
Lecteurs qui s'intéresseront particu-
lièrement à cette matiere , & qui
désireront d'en savoir davantage ,
pourront lire les Ouvrages que j'ai
cités dans le cours de cette Leçon ,
& y joindre la lecture de ceux-ci :
Pieces qui ont remporté les prix de
l'Académie Royale des Sciences en
1743 & 1746 , sur la meilleure ma-
niere de construire les boussoles d'in-
clinaison , & sur l'attraction de l'ai-
mant avec le fer.

XIX.
LEÇON.





XX. LEÇON.

*Sur l'Electricité, tant naturelle
qu'artificielle.*

XX.
LEÇON.

ON DIT que l'art est le finge de la nature , parce qu'ordinairement son plus grand mérite est de la bien imiter. Mais par rapport aux phénomènes électriques , on peut dire qu'il a travaillé sans modèle , & qu'il nous a dévoilé des secrets , dont probablement nous n'aurions jamais eu connoissance sans lui. En 1749 (a) j'osai dire que le tonnerre & les éclairs qui font partie de ce formidable météore , n'étoient qu'une grande Electricité , semblable par son essence à celle que nous excitions dans nos laboratoires en frottant certaines substances : ma conjecture que j'avois rendue plausible par des ob-

(a) Voyez mes Leçons de Physique , T. IV.
pag. 314 & suiv.

servations assez concluantes, se vérifia trois ans après (a) : des expériences décisives montrèrent l'identité que j'avois annoncée ; & l'on apprit de plus qu'en certains temps il regne, dans une portion considérable de notre athmosphère, une cause qui produit tous les mêmes effets que nous connoissons depuis 30 ou 40 ans sous le nom de *phénomènes électriques*.

XX.
LEÇON.

NOUS devons donc distinguer maintenant deux sortes d'Électricités, différentes seulement par leur origine ou manière de naître, & par la grandeur de leurs effets. Appelons *Électricité naturelle*, celle qui s'excite comme d'elle-même, & sans notre participation dans l'athmosphère terrestre, par des causes jusqu'ici inconnues. (b) Nommons *Électricité ar-*

Deux
sortes
d'Elec-
tricités,
naturel-
le & ar-
tificiel-
le.

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences 1752, p. 233 & suiv.

(b) J'imagine que l'Électricité peut s'exciter dans notre athmosphère par le frottement de deux courants d'air qui glissent l'un sur l'autre, avec des directions opposées ; ce qui arrive ordinairement dans les temps orageux ; & que cette vertu se communiquant aux nuages, les met en état d'étingeler & de fulminer contre

~~Artificielle~~ *artificielle*, celle que nous produisons à volonté par le frottement de certains corps, ou par quelque préparation particulière, que le hazard, l'étude & l'expérience nous ont fait connoître. Ce sera principalement la dernière qui fera le sujet de notre Leçon. Je ne parlerai de l'autre que par occasion, & quand j'y serai invité par des phénomènes qui pourront y avoir quelque rapport.

Quoique certains effets, que nous reconnoissons aujourd'hui pour appartenir à l'Electricité, aient été connus des Anciens, & qu'on en trouve quelques traces dans leurs écrits, ce qu'ils ont su de cette singulière propriété des corps, ce qu'ils en ont dit, se réduit à si peu de choses, qu'on doit regarder les découvertes qu'on a faites dans cette partie de la Physique, comme l'ouvrage de nos jours : ce furent principalement les expériences de M. Gray, publiées en Angleterre, répétées & augmentées par M. Dufay, qui fixerent l'attention sur les objets terrestres, quand ils en sont à une certaine proximité ; mais ceci n'est qu'une pure conjecture que je hazarde par occasion.

tion des Physiciens sur cette nouvelle source de merveilles , & qui firent de l'Électricité un sujet tellement à la mode , que tout le monde , jusqu'au peuple , voulut s'en instruire & s'en amuser.

XX.
LEÇON.

Comme j'ai traité un grand nombre de questions concernant l'Électricité , dans plusieurs Ouvrages (a) qui ont paru en différents temps , je me dispenserai d'entrer ici dans des détails , & dans des discussions qui étendroient ces deux dernières Leçons au-delà des bornes ordinaires : je n'y ferai entrer que ce que le sujet nous offre de plus intéressant & de plus certain ; mais je m'appliquerai particulièrement à faire connoître les rapports que les phénomènes ont entr'eux , ce qu'ils ont de commun , ce qui les distingue les uns des autres ; & je me flatte de faire voir

(a) Essai sur l'Électricité des Corps , imprimé en 1746 , & réimprimé en 1754. Recherches sur les Causes particulières des Phénomènes Électriques , 1749. Lettres sur l'Électricité , premier Tome , en 1753 ; second Tome , en 1760. Plusieurs Mémoires dans les Volumes de l'Académie des Sciences , depuis 1745 jusqu'à présent.

par cette méthode , que la multiplicité de faits que bien des gens se plaisent à étaler comme autant d'objets essentiellement différents , & par laquelle il semble qu'on cherche à effrayer ceux qui s'appliquent à la recherche des causes , n'est très-souvent qu'une vaine apparence , produite par un appareil imposant ou par quelque manipulation affectée.

Je divise mon sujet en trois Sections.

Dans la première , je parlerai de la nature de la vertu électrique , des moyens de la faire naître , & des signes par lesquels elle se manifeste.

Dans la seconde , j'exposerai par ordre ce que l'observation & l'expérience ont fait connoître de plus

Nota. Sur la nature , la qualité , les dimensions des instruments , lorsque je ne m'expliquerai pas d'une manière assez détaillée , on pourra consulter la première Partie de mon Essai sur l'Électricité des Corps. C'est un petit Ouvrage que l'on peut se procurer aisément ; j'éviterai par-là des descriptions qui tiendroient bien de la place , & qui seroient superflues pour le plus grand nombre de mes Lecteurs : n'y ayant presque personne aujourd'hui qui ne sache comment se font ces sortes d'expériences.

certain , & de plus propre à nous éclairer sur la cause générale & commune des phénomènes électriques.

Dans la troisième je ferai voir , par un essai , qu'il est possible de rendre raison de tous les phénomènes de l'Électricité , en les rapportant à un premier fait bien prouvé , & bien constaté dans les deux Sections précédentes.

I. SECTION.

*Sur la nature de la vertu électrique ;
sur les moyens de la faire naître ,
& sur les signes par lesquels elle
se manifeste.*

ARTICLE PREMIER.

Sur la nature de la Vertu Électrique.

IL N'EST plus temps de regarder l'Électricité comme une vertu abstraite , comme un être métaphysique ; les Physiciens mêmes qui ont un penchant & un goût déterminé

L'Électricité ,
tant naturelle
qu'artificielle ,
est l'ef-

pour ces causes secretes , & qui af-
 fectent encore de désigner celle des
 phénomènes électriques par les ex-
 pressions vagues & indéterminées de
pouvoirs & de *puissances* , sont obligés
 de convenir qu'il y a ici un véritable
 mécanisme : leur conviction se dé-
 cele par les efforts qu'ils font pour
 nous le dévoiler , & par la confiance
 avec laquelle ils nous assurent qu'ils
 l'ont apperçu. Ainsi quand on dit
 maintenant qu'un corps électrisé at-
 tire & repousse d'autres corps , on
 convient unanimement que ces mots
 n'expriment que des apparences ; que
 les effets dont il s'agit , n'ont point
 pour cause efficiente & immédiate ,
 la matiere propre du corps autour
 duquel on les apperçoit ; comme si
 ce corps , par une vertu intrinseque ,
 agissoit hors de lui-même ; mais qu'ils
 sont produits par un autre agent ,
 vraiment physique , dont l'action se
 détermine & se modifie suivant l'état
 actuel du corps qu'on électrise.

Ce que nous savons sur ce sujet ,
 peut se réduire à un petit nombre
 de propositions que l'expérience &
 l'observation nous ont dictées ; l'une
 &

XX.
 LEÇON.
 fet d'une
 cause
 v ai-
 ment
 mécha-
 nique.

& l'autre feront mes garants dans l'exposé que j'en vais faire.

PREMIERE PROPOSITION.

L'Électricité est l'effet d'une matiere en mouvement , autour ou au dedans du corps qu'on nomme électrisé.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Frottez un tube de verre , suivant sa longueur , avec la main nue , pourvu qu'elle soit sèche , ou avec un morceau de papier gris que vous tiendrez appliqué sur le verre ; & faites-le passer brusquement à une petite distance de votre visage.

E F F E T S.

1° Vous sentirez des attouchements semblables à ceux de fils d'araignée que l'on rencontre flottants en l'air.

2° En faisant glisser votre main , selon la longueur de ce tube , & fort près de lui , sans le toucher , vous entendrez un pétilllement assez

semblable au bruit que fait un peigne fin , sur les dents duquel vous traînez le bout du doigt.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Suspendez avec des cordons de soie une barre de fer ou un tuyau de fer-blanc , qui aboutisse de fort près par l'une de ses extrémités à un globe de verre (*a*) : faites frotter l'équateur de ce globe sur la main de quelqu'un ou sur un coussinet , en le faisant tourner rapidement sur ses deux pôles , par quelque moyen que ce soit.

E F F E T S.

1° Si vous faites passer le revers de votre main *A* & *B* (*fig. 1*) le long de cette barre ou de ce tuyau de fer , à une petite distance de sa surface, tandis qu'on continue de frotter le globe ,

(*a*) Tous les corps qu'on électrise ainsi , se nomment *Conducteurs* ; & c'est la même chose qu'ils aboutissent eux-mêmes au globe de verre , ou qu'on les y fasse communiquer par une chaîne de métal , ou par un autre corps électrisable par communication.

vous sentirez sur la peau une légère impression , à peu près semblable à celle que pourroit faire de la laine détirée , ou du coton bien cardé.

2° Si vous approchez le bout du doigt *C* de cette même barre , à une distance de 5 à 6 lignes , vous éprouverez une piquûre très-sensible.

3° Cette piquûre sera accompagnée d'un petit éclat pareil à celui d'un grain de sel commun qui décrépite dans le feu.

4° Si vous faites cette expérience & la précédente dans un lieu où il n'y ait point de lumière , vous observerez que les pétilllements ou piquûres qu'on éprouve en approchant la main de la surface du verre , ou de celle de la barre de fer , sont accompagnés ou suivis d'étincelles très-brillantes , & par conséquent très-sensibles à la vue.

5° Enfin vous remarquerez encore dans l'obscurité une très-belle aigrette de rayons lumineux , bruyants & animés d'un mouvement progressif , au bout *D* de la barre de fer le plus reculé du globe , & quelquefois à tous les deux. Et si vous en ap-

244 LEÇONS DE PHYSIQUE

XX.
LEÇON.

prochez le visage à 5 ou 6 pouces de distance , vous sentirez une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine.

R É F L E X I O N S .

Les effets dont on vient de faire mention , ne sont point produits immédiatement par le corps électrisé , puisqu'ils se passent hors de lui ; on ne peut donc pas se dispenser de les attribuer à cet être , quel qu'il soit , qui touche , qui heurte , qui pique jusqu'à causer de la douleur ; à cet être qui se fait entendre , qui frappe la vue & l'odorat. Or il ne convient qu'à la matiere , & à la matiere en mouvement , de faire sur nous de telles impressions ; & comme dans tous les phénomènes de ce genre ce même agent nous donne des indices très-certains de sa présence

Matiere
électri-
que. Son
existen-
ce prou-
vée par
les Ex-
périen-
ces pré-
céden-
tes.

& de son action , on peut conclure en toute sûreté , & en général , que tout corps électrisé a autour de lui une matiere en mouvement , qui est la cause immédiate de tous les effets que nous y appercevons.

C'EST cette matiere que l'on nom-

me communément *matiere* ou *fluide* ~~électrique~~ ^{XX.}
électrique , & sur l'existence de la- ^{LEÇON.}
 quelle on est parfaitement d'accord :
 on ne l'est pas tout-à-fait de même
 sur son essence , sur ses propriétés ,
 sur sa maniere d'agir.

Quelques Physiciens ont pensé ^{Cette}
 que ce fluide pourroit bien être la ^{matiere}
 substance même du corps électrisé , ^{n'est pas}
 atténuée , subtilisée , & poussée au- ^{celle du}
 dehors par le frottement , par la ^{corps é-}
 chaleur , ou par les autres moyens ^{lectrisé.}
 qu'on emploie pour produire l'E-
 lectricité. Mais l'expérience a tou-
 jours fait voir que les corps , pour
 la plupart , peuvent être électrisés
 autant & aussi long - temps qu'on le
 veut , sans souffrir aucun déchet sen-
 sible ; ce qui ne pourroit être , si les
 émanations électriques se faisoient
 à leurs dépens. S'il y en a dont le
 poids diminue par l'électrisation , il
 est aisé de reconnoître que ce qu'ils
 perdent de leur propre fonds , n'est
 point ce qui produit l'électricité :
 l'eau , par exemple , quand on l'é-
 lectrise , s'évapore en plus grande
 quantité qu'elle ne le feroit si on
 la laissoit dans son état naturel ; mais

246 LEÇONS DE PHYSIQUE

les étincelles qu'on fait briller alors à sa surface , peuvent-elles être attribuées à une vapeur aqueuse (a) ?

XX.
LEÇON.

Ce n'est
point
l'air de
l'atmo-
sphère.

D'autres ont imaginé que cette matière pourroit bien être l'air même qui entoure le corps qu'on électrise. Pourquoi, disent-ils, ce fluide ne recevroit-il pas de ce corps qu'il touche une modification propre à lui faire produire les phénomènes de l'Électricité , comme il reçoit d'un corps sonore celle qui le met en état de transmettre les sons ?

On peut dire , contre cette opinion , 1^o que l'Électricité a ses effets dans le vuide de Boyle , c'est-à-dire , dans un espace où il n'y a , pour ainsi dire , plus d'air : il est vrai que certains phénomènes réussissent moins bien dans le vuide que dans le plein air ; mais il en est d'autres qui le souffrent , & même qui l'exigent , comme nous le ferons voir par la suite ; on verra pareillement

(a) Le Lecteur qui souhaitera de plus grands détails sur ce sujet , en trouvera *Mémoires de l'Académie des Sciences* , 1747 ... pag. 234 ; & *Recherches sur les Causes particulières des Phénomènes Électriques* , pag. 323 & suiv.

EXPÉRIMENTALE. 247

que ceux à qui la présence de l'air est favorable , ne dépendent point de lui essentiellement. On peut ajouter , 2° que la matiere électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air : elle passe à travers certains corps qui sont absolument imperméables à ce fluide : elle a une odeur , & il n'en a pas ; elle devient lumineuse , elle s'enflamme , elle brûle : l'air ne fait rien de tout cela. 3° Enfin la matiere électrique transmet ses mouvements avec une rapidité & une vitesse , à laquelle celle du son même n'est pas comparable.

Tous ceux qui ont étudié l'Électricité par eux-mêmes , & qui ont réfléchi sur ses effets , s'accordent à dire aujourd'hui que la matiere électrique est ce même élément qui est présent par-tout , au dedans comme au dehors des corps , que l'on connoît sous le nom de *Feu élémentaire* , & à qui l'on attribue la double propriété d'éclairer & d'enflammer ; ou que si ce n'est pas lui-même , elle lui ressemble plus qu'à toute autre matiere.

Ils conviennent encore entr'eux

XX.
LEÇON.

Il y a toute apparence que c'est le feu élémentaire.

que ce fluide est extrêmement élastique, parce que cela paroît indiqué par la propagation rapide de ses mouvements, & par l'énergie de son action : mais quelques-uns, par convenance pour leurs systèmes, le supposent assez flexible pour être resserré & condensé dans les corps, par certains moyens ; & assez extensible pour se raréfier de lui-même dans les espaces où il cesse d'être contenu ou arrêté : ce qu'il n'est pas aisé de concilier avec l'idée d'une matière qui ressemble à celle de la lumière & du feu. Consultons l'expérience pour savoir à quoi nous devons nous en tenir sur ces opinions.

SECONDE PROPOSITION.

Il est très-probable que la matière électrique est la même que celle du feu & de la lumière.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Préparez une barre ou un tuyau de fer comme dans la seconde ex-

périence : faites enforte que son extrémité la plus reculée du globe , XX.
LEÇON. aboutisse dans un vaisseau de verre purgé d'air , & que le lieu où vous ferez cette expérience soit privé de lumiere.

Pour introduire dans le vuide l'Électricité de la verge de fer qui sert de Conducteur , on peut y suspendre une espee de matras à deux goulots , un peu oblong , garni par un bout d'un robinet pour l'appliquer à la machine pneumatique , & par l'autre bout d'un grès fil de fer , dont la longueur soit moitié dedans , moitié dehors , cimenté au goulot & terminé par une boucle , ou par un crochet pour le suspendre. Voyez la *figure 2* , où ce matras est représenté en *E*.

E F F E T S.

Si vous portez la main *F* au robinet de métal qui tient à l'un des goulots du matras purgé d'air , ou que vous approchiez vos doigts *G* de la surface du verre , tandis qu'on électrise le Conducteur , vous verrez dans l'intérieur du vaisseau plusieurs

jets d'une matiere très-lumineuse; & si vous le touchez, vous appercevrez une pareille matiere qui se répand dans son épaisseur, à peu près comme une huile imprégnée de phosphore.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Electrifiez encore une barre de fer, semblable à celle de la seconde expérience, ou plutôt une tringle de lit, dont le bout le plus reculé du globe, soit un peu arrondi: présentez le doigt à cette partie comme pour en tirer une étincelle, & placez entre l'un & l'autre le lumignon d'une chandelle nouvellement éteinte. Voyez la *figure 3.*

E F F E T S.

Si lorsque l'étincelle éclate, le trait de la matiere électrique traverse le jet de fumée qui sort du lumignon, vous verrez presque toujours la chandelle se rallumer.

Fig. 1.

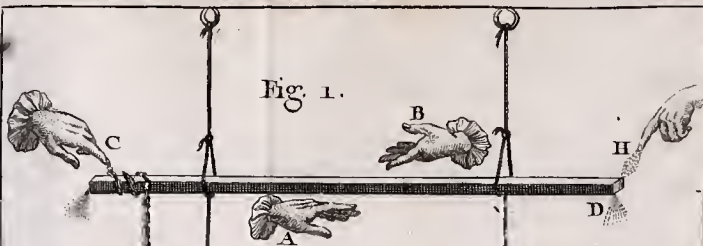
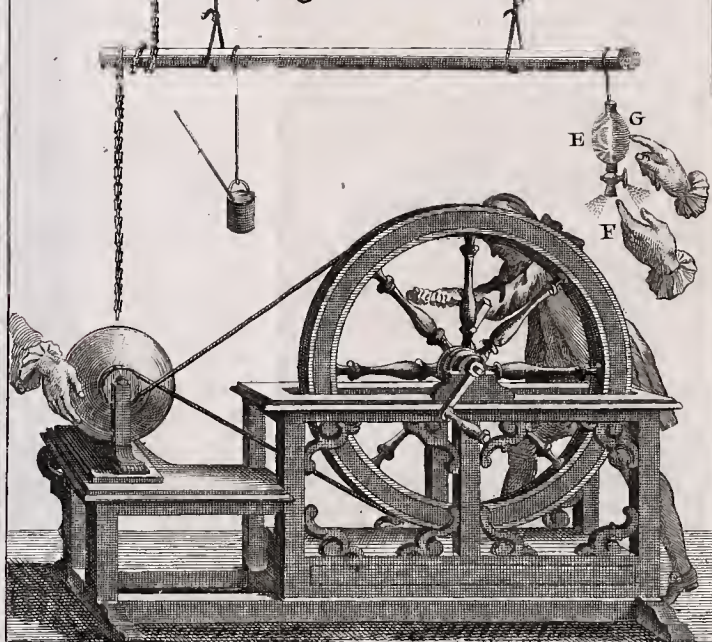


Fig. 2





V. EXPÉRIENCE.

XX.
LEÇON.

PRÉPARATION.

Faites chauffer sur des charbons ardents une cuiller d'argent ou de quelqu'autre métal , remplie aux trois quarts de bon esprit de vin , & présentez-la au Conducteur des expériences précédentes , lequel pour cet effet doit être un peu recourbé en en-bas ; ou bien on peut y suspendre un gros fil de fer terminé par en-bas en anneau fort allongé *A* (*fig. 3.*)

E F F E T S.

Dès que la liqueur sera à quelques lignes de distance du métal électrisé , vous la verrez inmanquablement s'enflammer par les étincelles qui éclateront entre l'une & l'autre.

R É F L E X I O N S.

La matiere qu'on voit briller dans ces trois dernieres expériences , & qu'on appercevra encore sous différentes formes , dans bien d'autres cas dont nous aurons occasion de parler , est certainement la matiere

électrique, puisqu'elle ne se montre ainsi que quand on la met en jeu par l'électrification, & qu'elle disparoît quand l'Électricité cesse; or cette matiere luit & éclaire comme celle qui nous fait voir les objets; elle brûle & enflamme comme celle qui produit le feu ou l'embrasement des corps combustibles. La ressemblance dans les effets annonce assez sûrement l'identité des causes; ainsi d'après les expériences qu'on vient de voir, on peut conclure, avec beaucoup de vraisemblance, que ce fluide reconnu par les Physiciens sous le nom de *Feu élémentaire*, & à qui ils attribuent la propriété de produire la *lumiere*, est aussi celui que la nature emploie pour tous les phénomènes électriques.

L'observation vient ici à l'appui de l'expérience, & nous porte à croire de plus en plus que le feu, la lumiere & l'Électricité dépendent du même principe, & ne sont que trois modifications différentes du même être; ce qui est d'ailleurs, on ne peut pas plus, conforme à cette sage économie qu'on voit régner

dans l'univers , où les causes Physiques sont employées avec épargne , & les effets multipliés avec magnificence.

XX
LEÇON.

1° LE FEU n'agit pas de lui-même & sans être excité : les corps qui en contiennent le plus , ou qui ont le plus de disposition à se prêter à son action , les huiles , les esprits & vapeurs qu'on nomme *inflammables* , les phosphores ne s'embrasent point d'eux-mêmes ; il faut que quelque cause particulière développe ou excite le principe d'inflammation qui est en eux. Mais de tous les moyens propres à animer ce principe , il n'en est pas de plus efficace , ni de plus prompt , que celui-là même qui fait naître primitivement l'Électricité : les corps deviennent électriques de la même manière qu'on les rend chauds ; en les frottant , on fait l'un & l'autre. Ils peuvent être électrisés par communication , comme un corps peut être embrasé par un autre qui l'a été avant lui ; mais il faut toujours que celui de qui ils tiennent leur vertu ait été frotté , à peu près comme la flamme qui con-

Analogies du feu élémentaire avec la matière électrique.

sume une bougie , vient originairement d'une étincelle que le frottement ou la collision a fait naître.

2° Quand on frotte un corps pour l'échauffer , la chaleur pour l'ordinaire naît d'autant plus vite , & devient d'autant plus grande , que ce corps est plus dense , ou que ses parties sont plus élastiques ; le plomb s'échauffe foiblement sous la lime & sous le marteau ; mais le fer & l'acier y deviennent brûlants , parce qu'ils ont plus de ressort que les autres métaux. On peut remarquer aussi que les corps capables de devenir électriques par frottement , acquierent cet état d'autant plus vite , & dans un degré d'autant plus éminent , que leurs parties sont plus roides , & plus propres à une vive réaction. La cire blanche de bougie , par exemple , qui devient un peu électrique pendant le grand froid , ne l'est point du tout quand on l'éprouve par un temps & dans un lieu chauds. La cire d'Espagne le devient davantage en tout temps ; mais elle ne l'est jamais autant que le soufre & l'ambre , qui peuvent être frottés

plus fortement & plus long-temps, ~~_____~~
 sans que leurs parties s'amolliſſent & ^{XX.}
 perdent leur reſſort. N'eſt-ce point ^{LEÇON.}
 auſſi par cette derniere raiſon que
 le verre frotté devient plus électri-
 que qu'aucune autre matiere connue ?

3° L'action du feu ſemble s'é-
 tendre davantage , & avec plus de
 facilité , dans les métaux que dans
 toute autre eſpece de corps ſolide ;
 car ſi l'on tient par un bout une ver-
 ge de fer , de cuivre , d'argent , &c.
 de médiocre longueur , & que l'au-
 tre extrêmité touche au feu , la cha-
 leur ſe communique bientôt juſqu'à
 la main : on n'apperçoit pas la mê-
 me choſe avec une regle de bois ,
 un tuyau de pipe , un tube de verre ,
 une plaque de marbre ou de pierre.
 Je ne m'arrête point à chercher ici
 la raiſon de cette différence ; mais
 j'obſerve ſeulement que l'Electricité ,
 comme la chaleur , s'étend facilement
 dans les métaux , & dans tout ce qui
 en contient beaucoup. Si j'électriſe ,
 par exemple , une barre de métal ,
 & en même temps avec les mêmes
 ſoins , tel autre corps que ce ſoit ,
 tant du regne végétal , que du regne

minéral , qui ne soit point métallique , jamais je n'apperçois autant d'Electricité dans celui-ci que dans l'autre.

4° Le feu qui ne trouve pas d'obstacle , qui est dégagé de toute matiere étrangere (je parle du feu élémentaire , & j'excepte les cas où ses rayons sont condensés par réflexion , par réfraction ou autrement) : le feu , dis-je , qui cede au premier degré de mouvement qu'on lui imprime , se dissipe sans chaleur sensible , & ne produit que de la lumiere ; mais quand son effort est retardé , & qu'il trouve de l'opposition , il croît de plus en plus par la force qui continue de l'animer ; & s'il vient à rompre ce qui le retient , semblable à la bombe qui éclate , il s'arme , pour ainsi dire , des parties de la matiere qu'il a divisée ; il heurte avec violence les corps qui sont exposés à son choc , & à travers desquels il passeroit librement & sans effet , s'il étoit seul ; ce principe est prouvé par une infinité de phénomènes familiers , dont on trouvera des exemples dans notre XIII^e Leçon , Tome IV.

On

On voit aussi quelque chose de semblable dans l'Électricité : si j'électrise extérieurement , soit en frottant , soit autrement , un globe ou tout autre vaisseau de verre qui soit vuide d'air , & purgé par conséquent des vapeurs dont ce fluide est toujours chargé , je n'apperçois au dedans qu'une lumière diffuse , à peu près comme celle des éclairs que la grande chaleur fait naître par un temps serein : cette Électricité intérieure ne se manifeste plus comme d'ordinaire , par des pétilllements , de petits éclats , des étincelles ; apparemment parce que le vaisseau purgé d'air ne contient plus qu'un feu élémentaire , dégagé de toute substance étrangere : ce fluide au moindre mouvement qu'on lui communique , s'enflamme sans effort , mais aussi sans autre effet que celui de luire dans l'obscurité.

5° La matiere du feu faisant fonction de lumière , se meut pour l'ordinaire plus librement dans un corps dense , que dans un milieu plus rare ; plus librement , par exemple , dans l'eau que dans l'air , & encore

plus dans le verre que dans l'eau ; c'est au moins une conséquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit suivre communément dans ses réfractions ; la matiere électrique paroît affecter aussi de se mouvoir le plus long-temps , & le plus loin qu'il est possible dans le corps solide qui est électrisé , comme si l'air environnant étoit pour elle un milieu moins perméable : il en sort plus par les extrémités & par les angles faillants d'une barre de fer , que de tout autre endroit de cette même barre ; c'est à ces angles qu'elle se manifeste davantage , comme il est aisé d'en juger par les émanations lumineuses ; & si l'on électrisoit plusieurs barres semblables , qui fussent suspendues bout à bout , l'Électricité passeroit infailliblement de l'une à l'autre , & s'étendrait incomparablement plus loin qu'elle ne peut faire dans l'air , lorsqu'une fois elle a quitté le corps d'où elle part.

6° Le mouvement de la lumiere se transmet en un instant à de grandes distances , soit qu'elle vienne directement de sa source , soit qu'on

la réléchiffe ou qu'on la réfracte :
 l'expérience nous fera voir auffi dans XX.
LEÇON.
 tout le cours de cette Leçon que l'E-
 lectricité , tant naturelle qu'artificielle ,
 parcourt en un clin d'œil un espace
 très - confidérable , pourvu qu'elle
 trouve des milieux propres à trans-
 mettre son action.

7° Enfin , l'Electricité , comme le
 feu , n'a jamais plus de force que
 pendant le grand froid , lorsque l'air
 est sec & fort dense ; & au contraire
 pendant les grandes chaleurs , &
 lorsqu'il fait humide , il arrive ra-
 rement que ces fortes d'expériences
 réuffissent bien. On a observé que
 l'humidité est plus à craindre pour
 les corps qu'on veut électriser par
 frottement , que pour ceux à qui
 l'on veut seulement communiquer
 l'Electricité ; une corde mouillée ,
 par exemple , transmet fort bien
 cette vertu ; mais un tube de verre
 ne donne presque aucun signe d'E-
 lectricité , quand on le frotte avec
 un corps ou dans un air qui n'est
 pas bien sec. C'est en quoi j'apper-
 çois encore une certaine analogie
 avec le feu ; car l'embrasement , ainsi

que l'Électricité, ne naît point dans des matieres fort humides ; mais s'il est excité d'ailleurs , la chaleur qui en est l'effet , s'y communique aisément.

On peut donc supposer , en considérant toutes ces analogies , que la matiere qui fait l'Électricité , ou qui en opere les phénomènes , est la même que celle du feu & de la lumière : une matiere qui brûle , qui éclaire , & qui a tant de propriétés communes avec celle qui embrase les corps , & qui nous fait voir les objets , seroit-elle autre chose que du feu , autre chose que la lumière même ?

Cependant on ne peut pas dire que la matiere électrique soit purement & simplement l'élément du feu dépouillé de toute autre substance ; l'odeur qu'elle fait sentir , semble prouver que cela n'est pas. On peut ajouter que quand cette matiere s'enflamme , elle paroît sous différentes couleurs , tantôt d'un brillant éclatant , tantôt violette ou purpurine , selon la nature des corps d'où elle sort , & selon l'état actuel des milieux où elle est reçue.

Il me paroît donc très-probable que la matiere électrique , la même au fond que celle du feu élémentaire ou de la lumiere , est unie à certaines parties du corps électrifant ou du corps électrisé , ou du milieu par lequel elle a passé.

XX.
LEÇON.

La ma-
tiere
électri-
que n'est
pas le feu
élémen-
taire tous
pur.

TROISIEME PROPOSITION.

Pour l'Électricité , comme pour la lumiere , tous les corps ne sont pas également perméables.

VI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Au lieu de la barre de fer employée dans la seconde expérience , essayez d'électriser un long bâton de cire d'Espagne ou de soufre , une longue bougie ou un cierge de cire blanche , qui n'ait point de meche , un tube de verre , &c.

E F F E T S.

Vous ne verrez pas sortir de ces corps , comme du métal , ces belles aigrettes lumineuses dont nous avons fait mention , vous ne sentirez pas

XX.
LEÇON. autour d'eux ces écoulements qui touchent la peau comme un souffle léger , ou comme des toiles d'araignée : quand vous en approcherez le doigt , vous n'excitez pas ces étincelles vives & brillantes ; à peine appercevrez-vous à leur surface une petite lueur morne & rampante , qui ne se fera pas sentir sur la peau.

VII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Mettez des fragments de feuilles d'or , ou des petites plumes dans un vase de verre , dont l'ouverture soit large ; couvrez-le d'une plaque qui ait 3 à 4 lignes d'épaisseur , de résine , de soufre , de cire d'Espagne , de cire blanche dont on fait la bougie , & généralement de toute matière grasse ou résineuse ; présentez au-dessus un tube nouvellement frotté.

E F F E T S.

A peine appercevrez-vous quelques légers mouvements aux petites feuilles que vous aurez mises au fond du vase : au lieu qu'elles seroient vivement agi-

tées , si le vase étoit couvert de bois , ~~de carton~~
de carton , de métal , &c.

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Répétez la seconde expérience dans un lieu privé de lumière , & présentez le bout de votre doigt , ou quelque morceau de métal , à l'aigrette lumineuse que vous verrez briller au bout de la barre de fer électrisée.

EFFETS.

Vous pourrez remarquer que les rayons enflammés de l'aigrette *H* , (*fig. 1*) devenant bien moins divergents qu'ils ne le sont naturellement , se courberont & se plieront comme pour embrasser votre doigt , y trouvant sans doute une entrée plus libre que dans l'air même de l'atmosphère.

RÉFLEXIONS.

Nous nous contentons pour le présent de rapporter ces trois expé-

riences , pour prouver notre dernière proposition ; nous aurons occasion d'en faire connoître beaucoup d'autres qui concourent à établir avec celles-ci , 1^o que la matiere électrique ne pénètre pas tous les corps indistinctement avec la même facilité ; 2^o que les matieres sulfureuses , grasses & résineuses , les gommes , la cire , la foie , &c. ne la reçoivent , & ne la transmettent que peu ou point du tout ; 3^o que la matiere électrique pénètre plus aisément , & se meut avec plus de liberté dans les métaux , dans les corps animés , dans l'eau , &c. que dans l'air de l'atmosphère , quoique ce dernier fluide ait peu de densité.


QUATRIEME PROPOSITION.

*L'Électricité ne dilate point les corps
& n'augmente point leurs dimensions
ou leur volume comme la chaleur.*

IX. EXPÉRIENCE.

P R É P A R A T I O N .

Électrifiez fortement un thermomètre de mercure , dont la boule sera
plongée

plongée dans un petit vase de métal  plein d'eau , & suspendu avec un fil ^{^X.} de fer à la barre de la seconde ex-
périence , comme en I , (fig. 2.) _{LEÇON.}

E F F E T S.

Quelque sensible que soit le thermometre , & quelque forte que soit l'Electricité , on ne voit jamais le mercure s'élever de la plus petite quantité dans le tube.

R É F L E X I O N.

Si l'Electricité dilatoit les corps , on s'en appercevrait sans doute dans le cas dont il s'agit : le tube du thermometre étant capillaire , pour peu qu'il y eût d'augmentation au volume de mercure contenu dans la boule , on verroit un effet semblable à celui que produit une augmentation de chaleur. Puisque cela n'arrive pas , on peut conclure en toute sûreté ce que j'ai énoncé dans la proposition.

Je fais bien que quelques Auteurs ont prétendu avoir vu monter la liqueur dans des thermometres électrisés ; mais j'ai tant de fois répété cette épreuve , & j'y ai apporté tant

de soins & de précautions , que j'ose assurer que cet effet , si on l'a vu , ne venoit point de l'Electricité , mais de quelque degré de chaleur communiqué par inadvertence au thermometre.

Il pourroit bien se faire aussi que les corps qu'on électrise en frottant , augmentassent un peu de volume ; mais c'est qu'alors on les chauffe en même temps qu'on les électrise ; & la vertu électrique , sans y contribuer , n'empêche pas que la chaleur n'ait son effet ordinaire , qui est de dilater les corps.

Il me reste encore bien des choses à dire sur les propriétés de la matiere électrique , sur sa maniere d'être dans les corps , sur les mouvements qu'elle affecte , ou dont elle est susceptible ; mais je me ferai mieux entendre sur tout cela , quand j'aurai exposé les phénomènes qui sont comme la base du sujet que je traite , & que j'aurai instruit le Lecteur des procédés & des circonstances dont ces effets dépendent ; ainsi je réserve pour la III^e Section , ce qui me reste à ajouter ici.

ARTICLE SECOND.

XX.

LEÇON.

Sur les moyens d'exciter, ou de faire naître la vertu électrique.

LA MATIÈRE électrique réside dans tous les corps, & dans l'air même qui les entoure; mais sa présence seule ne suffit pas pour faire ce qu'on nomme *Électricité*; il faut pour cela qu'elle soit excitée d'une certaine façon, & qu'elle reçoive le mouvement qui constitue essentiellement cette vertu; prendre ces deux choses indistinctement l'une pour l'autre, comme font bien des gens, c'est confondre le sujet avec ses modifications; c'est à peu près comme si l'on prétendoit qu'il y a des sons par-tout: & quand il y a de l'air, c'est comme si l'on disoit qu'il y a chaleur & lumière par-tout où se trouve l'élément qui est capable de produire l'un & l'autre effet.

C'EST en frottant la superficie des corps qu'on s'est apperçu que la plupart d'entr'eux étoient électriques, c'est-à-dire, qu'ils avoient

La matière électrique que sans mouvement n'est point l'Électricité.

Origine du mot Électricité.

268 LEÇONS DE PHYSIQUE

~~quelque~~ quelque chose de commun avec l'ambre , espece de bitume , que les Grecs nommoient ἤλεκτρον , & les Latins *Electrum*. Si nous avons exprimé cette ressemblance par le mot Français *ambré* , on n'auroit pas manqué de l'entendre de la couleur , ou de l'odeur qui est naturelle à l'ambre : ce qu'il falloit désigner , c'étoit cette propriété qu'on lui connoît depuis long-temps d'attirer les pailles & autres corps légers qui sont à sa portée , quand on l'a frotté sur la main ou sur quelque étoffe.

Diverses
façons
d'exciter la
vertu
électrique ; le
frottement est
la première de
toutes.

LES Physiciens qui se sont appliqués les premiers à la recherche des corps électriques , n'ont employé que le frottement pour faire leurs épreuves : d'autres après eux y ont joint quelques degrés de chaleur préparatoires ; & enfin l'on a essayé d'électrifier simplement en chauffant.

On a cherché aussi quelles étoient les matieres les plus propres à frotter efficacement ; cela nous a valu des connoissances certaines dont je rendrai compte , & aussi quelques opinions contestées qui méritent qu'on les examine.

Il s'est trouvé bien des matieres qui n'ont pu être frottées , faute de consistance , & d'autres qui pouvant l'être , n'ont jamais montré aucune marque d'Electricité : mais ce que le frottement n'a pu faire sur celles-ci , on l'a obtenu par un autre moyen qui a prodigieusement étendu le regne électrique : de toutes les épreuves qui ont été faites , tant de l'une que de l'autre maniere , en différents temps , en différents lieux , & par diverses personnes , il a résulté ce que je vais exposer dans les Propositions suivantes.

PREMIERE PROPOSITION.

De tous les corps qui ont assez de consistance pour être frottés , ou dont les parties ne s'amolissent point trop par le frottement , il en est peu qui ne s'électrifient quand on les frotte.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Frottez successivement sur quelque étoffe de laine , sur du papier gris , ou sur la main nue , si elle est

bien sèche , tous les corps solides que vous ferez à même d'éprouver ; & après avoir frotté chacun d'eux , présentez-le , à quelques pouces de distance , au-dessus d'une assiette de métal , ou d'une feuille de fer-blanc couverte d'une légère couche de son de farine , ou à pareille distance , vis-à-vis d'un fil de soie ou de lin , suspendu librement dans un air calme , & vous verrez inmanquablement ce qui suit.

E F F E T S.

- 1^o Presque tous les corps qui auront été ainsi frottés , attireront à eux le son de farine , ou tout autre corps léger qui sera à portée d'eux.
- 2^o Tous n'acquerront point par le même frottement , & dans les mêmes circonstances , un égal degré d'Electricité ; car vous observerez , en réitérant les épreuves , que le verre agit plus fortement , de plus loin & plus long-temps que le soufre & la cire d'Espagne ; & que ces deux dernières substances auront toujours plus de vertu que la cire blanche dont on fait la bougie , plus que la résine ,

la poix , &c ; & qu'enfin la plupart des bois , les os des animaux , les pierres opaques en auront ordinairement moins que toutes les autres matieres.

3° Aucun métal ne deviendra jamais électrique par le frottement , non-plus que les corps animés : je dis les corps animés , & non-pas les matieres animales ; car celles-ci , comme les cheveux , les poils , les os , la corne , la soie , &c. s'électrifient fort bien quand on les frotte.

SECONDE PROPOSITION.

Un degré de chaleur , qui n'est point capable d'amollir les corps , les rend plus propres à s'électrifier par le frottement.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il y a certains temps dans lesquels on a peine à électriser les tubes & les globes de verre en les frottant ; il y a aussi certains corps , tels que les os , les bois tendres , les pierres opaques qui donnent à peine quelques

légers signes d'Electricité après le plus rude frottement : passez le verre seulement deux ou trois fois au-dessus d'un réchaud plein de charbons bien allumés , & chauffez fortement les autres corps , de sorte qu'ils commencent à se roussir.

E F F E T S.

Alors tous ces corps s'électrifieront bien plus aisément , & montreront une vertu plus forte & plus durable que celle qu'ils ont coutume d'avoir quand on ne les chauffe pas avant de les frotter.

O B S E R V A T I O N S.

Les métaux ne s'électrifient point par le frottement.

IL paroît donc , par les résultats de la première expérience , qu'à l'exception des métaux & des corps vivants , toutes les autres substances peuvent s'électrifier plus ou moins , quand on les peut frotter : mais il est certain que de toutes celles qu'on a éprouvées jusqu'à présent , il n'en est aucune qui ait paru aussi propre que le verre , à produire les phénomènes électriques ; non-seulement parce qu'il possède dans un degré éminent

la propriété de s'électrifier , mais encore parce qu'étant susceptible de recevoir toutes sortes de formes , il nous fournit des instruments commodes , & très-convenables aux expériences de ce genre.

Ce n'est pas cependant que toutes les especes de verres soient également électrisables : il y en a qui ne le sont point du tout , ou qui ne le sont presque point ; tel est , par exemple , celui dont on fait les glaces à saint Gobin en Picardie ; je l'ai mis cent fois à l'épreuve , en forme plate , en forme de tube , en forme de globe , & dans toutes sortes de temps , à peine en ai-je pu tirer quelques signes un peu sensibles d'Electricité.

Le verre dont on fait les vitres , celui qui sert à la gobleterie , lorsqu'il est nouvellement fabriqué , a beaucoup de peine aussi à s'électrifier ; j'ai souvent frotté , avec beaucoup d'obstination & sans succès , des tubes , & d'autres pieces dans la Verrerie même où je les avois fait faire ; ce n'a été qu'après plusieurs mois , & quelquefois après des an-

XX.
LEÇON.

Toutes
sortes de
verres ne
s'électri-
sent pas
égale-
ment
bien.

nées entières , que j'en ai pu tirer parti.

XX.

LEÇON.

A force
d'être
frottés ,
certains
verres
devien-
nent
plus
électrifi-
bles.

Il est sûr , & je l'ai observé constamment , que le verre , à force d'être frotté , en devient plus propre aux expériences électriques ; des matras & des globes de nos petites Verreries , qui ne m'avoient montré d'abord qu'une Electricité très-foible , après avoir été exercés pendant quelques mois , sont devenus enfin de très-bons instruments.

L'élec-
trifabili-
té du
verre ne
tient ni à
la cou-
leur , ni
à la
transpa-
rence ,
ni à la
figure.

Ce n'est ni à la transparence plus ou moins parfaite , ni à la couleur du verre , qu'on doit s'en prendre pour rendre raison de ces variétés , puisque le même verre acquiert , par succession de temps , la vertu électrique qu'il n'avoit pas d'abord ; celui dont on fait des bouteilles à Sevres , m'a très-bien servi , tandis que des globes de verre blanc ne sont devenus passablement bons qu'après avoir été exercés & mis à l'épreuve pendant un certain temps.

Mais
plutôt
au degré
de dure-
té & de
cuisson,

Je ne puis dire positivement à quoi il tient que certain verre soit ou ne soit point électrisable par frottement ; mais je soupçonne que cela vient

principalement de son degré de dureré & de cuisson ; ce qui me porte à penser ainsi , c'est que celui de nos Manufactures de Saint Gobin & de Cherbourg , le plus dur , le plus compact , & le plus cuit de tous nos verres de France , est , en même temps , celui qu'on a le plus de peine à électriser : tandis que le crystal d'Angleterre , celui de Bohême , &c. qui sont bien plus tendres , sont les meilleurs de tous pour les expériences d'Electricité. Il y a plus , je me suis procuré des verres imparfaits , qui n'avoient point été assez longtemps au four pour être fins ; & , quoiqu'ils fussent de la même composition que les glaces , ils se sont électrisés très-sensiblement.

L'EXPÉRIENCE n'a rien déterminé jusqu'ici avec précision sur la grandeur ni des tubes ni des globes ; mais si les premiers ont deux pieds & demi ou trois pieds de longueur , un pouce ou 15 lignes de diametre , & qu'ils soient d'une grosseur à peu près égale d'un bout à l'autre , ils pourront être frottés plus commodément , & s'électriser avec moins de fatigue :

XX.
LEÇON.

Grandeur ,
figure ,
épaisseur
du verre.

un globe qui aura 10 à 12 pouces de diamètre , & qui fera environ 4 tours par seconde , recevra un frottement convenable ; & il ne faut pas croire que s'il étoit de moitié ou d'un quart plus petit ou plus grand , ses effets dussent diminuer ou augmenter dans la proportion de ces différences de grandeur.

Quand le globe est vraiment une sphere creuse de verre , de toute la zone qu'on frotte , il n'y a que la partie la plus prochaine de l'équateur qui puisse approcher assez du conducteur , s'il est droit ; les autres s'en trouvent trop éloignées , à cause de la courbure du vaisseau : c'est pour-quoi bien des gens , sur-tout en Italie , en Allemagne , & même en Angleterre , préfèrent à la figure sphérique celle d'une grosse olive , ou d'un cylindre terminé par deux goulots ; mais comme ces dernières formes exigent plus d'adresse & de soin de la part des ouvriers qui soufflent le verre , on peut s'en tenir à la première, en garnissant , si l'on veut , le bout du conducteur avec quelque frange traînante qui

s'accommode à la figure du verre.

Quand l'une des surfaces d'un vaisseau ou d'une lame de verre vient d'être frottée, celle qui ne l'a point été, se trouve électrisée comme elle, & produit les mêmes effets, pourvu néanmoins que toutes deux répondent à des milieux de même nature, & qui soient compatibles avec la vertu électrique; car si l'une, par exemple, se trouve dans l'air libre, & l'autre dans le vuide, il n'y a que celle-ci qui produise ordinairement des signes d'Électricité: ces deux faits qui sont très-dignes d'être observés, seront amplement prouvés par la suite.

Le verre qui n'a qu'une médiocre épaisseur (je crois qu'il en est de même de toutes les autres substances électrisables par frottement) est plus prompt à s'électriser que celui qui en a une plus grande: quand un globe ou un tube est épais d'une ligne, il a assez de consistance pour résister aux efforts qu'on fait sur lui en le frottant; & son Électricité s'excite aisément.

Quant à la maniere de frotter, j'ai

XX.
LEÇON.
Manie-
re de
frotter le
verre.

cherché long-temps & avec soin, quelle étoit la meilleure ; il m'a paru que le frottement soutenu ou réitéré dans le même sens , réussissoit mieux que quand il se faisoit alternativement en sens contraire. Ainsi je préfère l'action d'un rouet qui fait tourner le globe uniformément , & qui mene toujours les parties du verre les plus nouvellement frottées vers le conducteur par la voie la plus courte , à celle d'un archet qui le feroit aller alternativement dans un sens & dans l'autre : & , quand je frotte un tube ou un bâton de cire d'Espagne , je ne le ferre avec la main que dans l'un des deux mouvements qu'elle fait en parcourant sa longueur.

Le frottement le plus rude , n'est pas toujours celui qui a le meilleur succès ; j'ai remarqué au contraire que , dans les temps favorables à la vertu électrique , il valoit mieux frotter légèrement , que d'appuyer bien fort ; & quand il ne fait pas un temps bien propre à ces expériences , ou que l'instrument est fait d'un verre difficile à électriser , c'est par la durée du frottement,

plutôt que par sa violence, qu'on peut espérer de réussir.

Si quelqu'un, dans la vue de se procurer deux Electricités égales, entreprenoît de faire éprouver des frottements égaux à deux globes de différentes matieres, il en viendrait à bout, en les faisant tourner avec la même vitesse, en leur appliquant des frottoirs de la même nature, des mêmes dimensions, appliqués avec des degrés de pression semblables entr'eux : tout cela se peut faire aisément ; mais je lui donne avis que ces parités, observées le plus scrupuleusement dans les moyens, ne le conduiront pas au but qu'il se propose ; parce que tel frottement qui conviendra pour bien électriser le verre, ne produira pas toujours le même effet sur la cire d'Espagne, sur le soufre ou sur toute autre substance.

LES Physiciens qui se sont appliqués aux expériences d'Electricité, ne sont pas bien d'accord entr'eux sur la matiere qu'on doit employer de préférence pour frotter le verre & les autres corps électrisables. Les

XX.
LEÇON.

Des
frotte-
ments
égaux ne
suffisent
pas pour
électrifier
égale-
ment
diffé-
rents
corps.

Choix
des ma-
tieres
qui doi-
vent être
em-
ployées
à frotter

XX. **LEÇON.** **les corps électriques.** uns recommandent de frotter avec la main nue ; les autres veulent qu'entre la main & le corps que l'on frotte , il y ait une feuille de papier gris , ou une étoffe de laine , un morceau de peau de chamois saupoudrée de blanc d'Espagne ou de Tripoli ; plusieurs font tourner leurs globes contre des coussinets de peau de buffle remplis de crin ou de quelqu'autre matiere animale : d'autres font les leurs avec plusieurs feuilles de papier doré ou argenté , appliquées les unes sur les autres , ou avec des étoffes , dans le tissu desquelles il soit entré de l'or , de l'argent , ou quelqu'autre métal.

Il est certain que tous les frottoirs ne sont pas également bons , & qu'il y a un choix à faire , sur lequel la seconde & la troisieme section nous fourniront des lumieres : je dirai seulement ici , comme par anticipation , que les matieres animales & les métaux méritent la préférence , & que rien ne m'a jamais paru aussi propre à cet usage que la main nue , lorsqu'elle n'est point humide par transpiration ou autrement. J'ai remarqué

remarqué cependant que tout le monde n'a point la main également propre à électriser le verre ; & c'est sans doute ce qui a porté quelques Auteurs à soutenir , avec une sorte d'opiniâtreté , qu'on devoit toujours donner la préférence aux couffinets : je la leur donneroïis moi-même en certains cas ; lorsqu'on a lieu de craindre , par exemple , que le globe n'éclate par une Electricité trop violente jointe à la force centrifuge que la rotation fait prendre aux parties frottées ; accident dont on a vu plusieurs exemples , & dont j'ai eu soin d'avertir (a) ; mais ce ne sera jamais dans la vue de produire le plus grand effet possible : quand je me suis servi de ma main nue , j'ai toujours frotté avec plus de succès que je n'ai pu le faire avec des couffinets de quelque espece qu'ils fussent.

QUAND il est question de matieres électrisables par frottement , il faut bien se garder de confondre les corps vivants , les animaux proprement dits , avec ce qu'on appelle commun-

Distinction à faire entre les animaux , & les matieres animales.

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1753 , page 444 ; & 1755 , page 311.

XX.
LEÇON.

nément *matiere animale* , comme la foie , les cheveux , le poil , les ongles , la corne , les os , &c. Toutes ces substances donnent des signes d'Electricité , quand on les frotte ; mais l'animal même n'en donne point. Personne n'ignore à présent qu'on fait étinceler un chat dans l'obscurité , en lui passant deux ou trois fois la main sur le dos : s'il étoit rasé , cela n'arriveroit plus. Le soir , & sur-tout en hiver , il n'y a presque personne qui ne puisse faire étinceler son linge , en se déshabillant dans l'obscurité , ou en tirant ses bas brusquement ; M. Symmer , Auteur Anglois , nous a donné sur cela des dissertations & des expériences tout-à-fait curieuses , que j'ai répétées avec plaisir , & qui m'ont conduit à quelques découvertes assez intéressantes. (*a*)

Esprits
folets &
autres
feux de
la même
nature.

C'EST à de pareils feux qu'il faut s'en prendre pour rendre raison de ces prétendus *Esprits folets* qui s'affectionnent , dit-on , pour certains chevaux , & qu'on voit quelquefois

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences , 1758 , pag. 244 & suiv.

briller sur leur poil. Dans un temps ~~sec & frais~~ ^{XX.}
 sec & frais , l'étrille du Palfrenier & ^{LEÇON.}
 le morceau de serge qui la fuit en
 frottant , électrisent le poil de l'ani-
 mal , & le font luire ou étinceler
 d'une maniere très-propre à effrayer
 un homme simple qui n'a jamais en-
 tendu parler d'Électricité.

Si les Anciens eussent été au fait
 de cette vertu naturelle , comme le
 prétendent aujourd'hui quelques Eru-
 dits , qui ne veulent rien devoir à
 leurs contemporains , Virgile n'au-
 roit pas dû célébrer , comme un pro-
 dige , cette lumiere dont on vit
 briller la chevelure du fils de son
 Héros (a) ; car maintenant le plus
 mince Electriseur est en état de pro-
 duire un pareil miracle.

Tous ces feux sont certainement
 des signes d'Électricité bien reconnus
 & bien avoués : il paroît même que
 la chaleur animale y a quelque part ;
 mais on ne peut pas dire qu'ils dé-
 pendent essentiellement d'elle ; car
 on obtient de pareils effets en fai-

(a) *Ecce levis summo de vertice visus Juli*
Fundere lumen apex tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas & circumtempora pasci.
 Virg. *Æneidos*. Lib. 6.

XX.
LEÇON. ~~avant~~ chauffer un drap , ou une ser-
viète de linge uni devant le feu ; &
en la secouant ensuite avec la main ,
ou autrement , dans un lieu privé de
lumière : tous les corps qu'on fait
étinceler de cette manière , devien-
nent en même temps électriques à
d'autres égards ; ils attirent & repous-
sent comme du verre ou de la soie
qu'on a frotté.

Chauffer
les corps
qu'on
veut é-
lectrifier
par frot-
tement. **CHAUFFER** les corps avant que de
les frotter , est une préparation
par laquelle on parvient d'ordinaire
à les électriser plus promptement ou
plus fortement ; mais il faut que la
chaleur qu'on leur fait prendre , ne
puisse que les sécher , (a) & non pas

(a) Presque tous les corps électrisables, qui
ont besoin d'être chauffés avant qu'on les frotte
doivent être exposés à une chaleur sèche ; ce-
pendant on peut citer aujourd'hui, comme une
exception de cette règle, l'exemple de la *Tour-*
maline qui s'électrise par la chaleur de l'eau
bouillante : c'est une petite pierre très-dure ,
brune , lisse & luisante , qui se trouve dans
l'Isle de Ceylan , & qui est assez rare. Le Lec-
teur qui voudra s'instruire plus particuliére-
ment des propriétés de cette pierre, pourra con-
sultier l'*Histoire de l'Académie des Sciences 1717,*
pag. 7 & suiv. une Lettre du Duc de Noya Ca-
raja , imprimée in-4° , à Paris en 1759 , deux

les amollir. Le soufre , la cire d'Espagne , les résines , la cire des abeilles , &c. ne peuvent se chauffer que très-peu ou point du tout ; le verre , l'ambre , le jayet & les pierres précieuses , &c. peuvent éprouver une plus grande chaleur , & devenir par-là plus électrisables.

XX.

LEÇON

J'ai remarqué que la chaleur produite par le frottement ne supplée pas à l'action du feu ; au contraire , quand le verre s'échauffe considérablement sous la main qui le frotte , c'est un mauvais signe ; en tel cas , on n'a presque jamais qu'une Électricité foible & languissante : je pense que si le frottement pouvoit se faire sans produire de chaleur , l'électrisation n'en iroit que mieux ; car la vertu électrique n'est jamais plus forte que quand un léger frottement suffit pour l'exciter. C'est apparemment par cette raison qu'on électrise mieux par un temps frais , que dans une saison chaude.

En conséquence de cette pensée ,

Differtations Latines , l'une de M. Æpinus , l'autre de M. Wilke , dans les Mémoires de l'Académie de Berlin pour l'année 1757 , &c.

j'ai essayé d'électrifier mes globes pendant un fort hiver , & dans un lieu où le froid étoit de 9 degrés plus grand que le terme de la congélation de l'eau ; ma main qui frottoit le verre étoit excessivement froide ; & tant que cet état a duré , je n'ai obtenu qu'une foible électricité ; mais les signes de cette vertu sont devenus considérablement plus forts , lorsque ma main & le verre eurent été chauffés par le moyen d'un réchaud plein de charbons allumés ; d'où je conclus que , pour bien électriser par frottement , il faut que le frottoir & le corps frotté ne soient ni trop chauds ni trop froids.

La masse du frottoir, plus ou moins grande, n'est point une chose indifférente.

LE frottoir étant d'une matière convenable , doit encore faire partie d'une grande masse ; un coussinet , qui ne communiqueroit pas à d'autres corps semblables à lui , c'est-à-dire , difficiles à électriser par frottement , ne produiroit pas de grands effets par lui-même ; c'est en partie pour cela que la main d'un homme est ordinairement un excellent frottoir , parce qu'elle tient à une grande masse de nature semblable à la sienne ; &

par la même raison elle fait encore mieux ; si la personne qui frotte est placée immédiatement sur le parquet de la chambre.

Quoique les frottoirs se fassent toujours avec quelque matiere solide , & assez flexible pour s'appliquer plus exactement au corps électrisable , cependant on peut exciter la vertu électrique , par le frottement d'un liquide : le mercure , par exemple , électrise le verre en glissant ou en coulant sur l'une de ses surfaces : ses balancements réitérés dans le tube d'un barometre rempli au feu , non - seulement font suivis d'une lueur électrique , mais ils produisent au dehors des mouvements d'attraction & de répulsion.

TROISIEME PROPOSITION.

Les corps qui ne peuvent point s'électriser par le frottement , ou qui ne s'électrisent que foiblement par cette voie , peuvent recevoir la vertu électrique par communication.

POUR communiquer la vertu électrique à un corps solide ou fluide , il

faut , 1^o le placer à une très-petite distance de celui qu'on a électrisé par frottement. Il faut 2^o (ceci est essentiel) que le même corps soit séparé de tous ceux qui pourroient , comme lui , s'électriser par communication ; sans cette précaution , l'expérience fait voir qu'il ne paroît autour de lui aucun des signes ordinaires d'électricité , apparemment parce que tout ce qu'il reçoit passe aussi-tôt dans les corps contigus , & s'y dissipe.

Mais comme un corps , tel qu'il soit , ne peut pas se soutenir en l'air de lui-même , séparé de tous les autres , on suspend ou l'on soutient celui qui doit s'électriser par communication , avec des appuis ou avec des suspensoirs de verre , de soufre , de résine , de soie , &c. qui ne sont électrisables que par frottement ; (a) & c'est ce qu'on nomme *isoler*.

III.

(a) On ne peut pas dire absolument que le verre ne s'électrise point par communication ; mais il s'électrise assez difficilement par cette voie ; & quand il est ainsi électrisé , il n'en est pas moins propre à isoler le corps : on peut dire la même chose de toutes les matières vitrifiées.

III. EXPÉRIENCE.

XX.
LEÇON.

PRÉPARATION.

Ayant préparé un conducteur , comme dans la seconde expérience du premier article , suspendez à son extrémité la plus reculée du globe une espee de cage formée de trois tablettes de fer-blanc , assemblées , entre quatre montants , à sept ou huit pouces de distance l'une de l'autre : *fig. 4.*

Placez sur ces tablettes des corps de toutes especes ; de la viande crue , un oiseau vivant , un œuf , une pomme , du pain , des morceaux de bois , des plantes , des fleurs , des morceaux de soufre , un bâton de cire d'Espagne , un vase de verre bien sec & bien net ; dans des poëlettes à saigner , de l'eau , de l'huile d'olives ; & dans un petit vaisseau de bois , du mercure.

Dès qu'on aura commencé à frotter le globe de verre , auquel répond le conducteur , examinez , les uns après les autres , tous les corps que vous aurez placés sur les tablettes , & vous observerez ce qui suit.

E F F E T S.

XX.

LEÇON.

Vous verrez, 1^o que , de tous ces corps exposés en même-temps à l'action du globe , il y en aura qui deviendront très-électriques , & qui en donneront des marques très-sensibles ; telles seront l'eau , le métal , l'animal mort ou vif , le mercure , la pomme , l'œuf & les plantes vertes : 2^o Vous remarquerez que le bois sec , le pain & les végétaux qui auront peu d'humide , n'acquerront point une électricité à beaucoup près si marquée : 3^o Vous reconnoîtrez que le verre , le soufre , la cire d'Espagne & l'huile n'en auront point du tout , ou qu'ils n'en auront que très-peu.

De cette expérience & des résultats de la 2^e , de la 4^e & de la 5^e du 1^{er} article , qu'il faut se rappeler ici , vous pouvez tirer cette conséquence , qui est passée en principe parmi les Physiciens qui ont le plus étudié les phénomènes électriques ; savoir , *que plus un corps est électrisable par frottement , moins il est susceptible de s'électriser par communication ; & réciproquement , que les matieres qui s'électri-*

sent le mieux par cette dernière voie , sont les moins propres à devenir électriques par la première.

XX.
LEÇON.

APPLICATIONS.

Les premiers conducteurs ont été faits avec des cordes ; & l'on a observé que celles qui étoient mouillées, valoient mieux pour cet usage qu'étant seches : c'est parce que l'eau, qu'on ne peut électriser par frottement , s'électrise , on ne peut pas mieux , par communication , & qu'elle porte avec elle cette propriété dans tous les corps où elle se trouve : on doit s'attendre aussi qu'une perche de bois verd s'électrisera mieux que quand elle aura perdu sa sève , & qu'un cordon de soie ou de crin ne pourra transmettre l'électricité , comme conducteur , qu'autant qu'il sera humide.

Conducteurs ; de quel-les matières il convient de les faire.

On voit encore par-là pourquoi tous ceux qui se sont appliqués aux expériences d'électricité , se sont accordés à faire leurs conducteurs avec des chaînes , avec des fils ou avec des verges de métal , avec des tuyaux de fer-blanc ou de carton doré ; & pourquoi ils ont toujours préféré les

vases de métal à ceux de verre ou de porcelaine , pour contenir les liqueurs qu'ils vouloient rendre électriques , en électrisant les vases. Car c'est une chose universellement reconnue de tous les Physiciens électrisants , que le métal , tel qu'il soit , ne s'électrise jamais par frottement ; d'où il suit qu'il est très - propre à recevoir l'électricité d'un autre corps , & à la transmettre : il en est de même des animaux.

De
quelle
grandeur.

La distance à laquelle l'électricité peut s'étendre par le moyen des conducteurs , n'est point déterminée ; il n'est pas même facile de le faire , parce que cela dépend du concours de plusieurs circonstances , qu'on ne réunit pas toujours quand on le veut , & peut - être de plusieurs autres encore que nous ignorons ; mais si quelqu'un entreprend jamais de résoudre cette question , il ne faut pas qu'il confonde , comme quelques Auteurs ont fait , ce phénomène particulier , qu'on nomme *l'Expérience de Leyde* ou de la *Commotion* , & dont je parlerai dans la suite , avec l'électricité commune & proprement dite ,

qui se manifeste autour des conducteurs par des mouvements d'attraction & de répulsion , par des aigrettes lumineuses ; qui dure un certain temps après qu'elle a été excitée ou communiquée , & qui ne subsiste que dans les corps isolés. Tous les effets de celle-ci annoncent visiblement que la matiere électrique est animée d'un mouvement progressif qui la transporte réellement ; au lieu que le cas singulier de la commotion , ne paroît être qu'un choc ou une percussion instantanée , que les parties contiguës de cette même matiere se communiquent les unes aux autres sans se déplacer : le son & le vent sont des mouvements de l'air : seroit-il permis à un Physicien de prendre indifféremment l'un pour l'autre , s'il s'agissoit de mesurer leur vîtesse ou leur étendue ?

Or cette électricité , qui ne se transmet que par des conducteurs isolés , & qui se manifeste par les signes extérieurs dont je viens de faire mention ; cette vertu , dis-je , a été portée à plus de 1200 pieds par un cordeau tendu en plein air , & soutenu de

distance en distance sur des cordonnets de soie ; je pense qu'il est très-possible de la faire aller deux ou trois fois plus loin , & même davantage , si la corde est mouillée , ou bien si l'on emploie en sa place un fil ou une chaîne de métal.

De
quelle
lon-
gueur, &
dans
quelle
direc-
tion,

La vertu électrique suit le conducteur , non-seulement en ligne droite , mais encore dans toutes les différentes directions qu'il prend , sans qu'on s'apperçoive d'aucun déchet ; cela est commode , en ce que par des retours multipliés , on peut renfermer un très-long conducteur dans un espace médiocre ; & de plus , on peut , par le même moyen , rapprocher les deux extrémités l'une de l'autre , pour mettre l'observateur à portée de juger par lui-même des effets qu'il produit par l'action du globe.

Cerf-
volant
électri-
que.

En certain temps de l'année , surtout lorsqu'il y a des nuages orageux , il regne dans l'air une électricité qui se communique à tous les corps isolés qui sont de la nature des conducteurs ; mais cette vertu est ordinairement plus forte à une certaine distance de la terre : on a imaginé d'aller au-

devant d'elle avec un cerf-volant , & de la faire descendre par la corde avec laquelle on gouverne l'instrument. L'ingénieux Auteur de cette invention (a), agissant par principes , fila la corde avec un fil de laiton , & par ce moyen il se procura des feux électriques , tels qu'on n'en avoit jamais vus , & qui doivent rendre circonspects tous ceux qui seroient tentés de se livrer à de pareilles épreuves.

On a cherché à savoir si l'électricité se communique à deux corps de même nature , en raison de leurs masses : plusieurs Physiciens ont fait des expériences relatives à cette question ; j'en ai fait aussi ; & tout bien considéré , il me paroît ; 1^o que la communication de la vertu électrique ne suit ni la proportion des surfaces ni celle des masses : 2^o qu'un corps mince , toutes choses égales d'ailleurs , reçoit plus promptement & plus facilement qu'un plus

XX.
LEÇON.

De
quelle
masse.

(a) M. de Romas , Lieutenant-Affesseur au Présidial de Nérac. Voyez les Mémoires de Mathématique & de Physique présentés à l'Académie par les Savants Etrangers , Tom. II , pag. 393.

épais , toute l'électricité dont il est capable : 3° qu'un corps qui a beaucoup de masse à surfaces égales , s'électrise plus fortement que celui qui en a moins , pourvu que la source d'où il tire sa vertu , puisse y fournir. (1)

De
quelle
forme.

De quelque forme que soient les masses , elles reçoivent la vertu électrique : je l'ai communiquée au plus haut degré à des enclumes & à des barres de fer de 10 pieds de longueur , pesant 150 livres. Je conviens cependant avec le P. Gordon & avec M. le Monnier , qu'un conducteur un peu long fait ordinairement mieux qu'une égale quantité de matiere qui seroit ramassée & comme arrondie.

D'une
seule
piece ,
ou de
plusieurs
mises
bout à
bout.

Il n'est point absolument nécessaire que le conducteur soit d'une seule piece ; plusieurs verges de fer mises bout à bout les unes des autres ; une file de Soldats isolés qui se donneroient les mains , conduiroient l'Electricité comme une corde ou un fil

(a) Voyez mes Recherches sur les Causes particulieres des Phénomenes Electriques , *quatrième Discours* , & les Ouvrages qui y sont cités.

de fer d'un seul bout. On peut même interrompre la continuité des parties , par des intervalles de six pouces , d'un pied , & quelquefois encore plus grands , sans que l'Électricité cesse de se porter d'une extrémité à l'autre du conducteur. M. Dufay a fait plus ; il a placé entre ces parties séparées , différents corps tant solides que fluides , il y a mis de la flamme ; & la vertu électrique s'est communiquée au travers.

XX.
LEÇON.

Cette dernière épreuve semble favoriser l'opinion de MM. Waitz & Jallabert , qui prétendent que la flamme ne détruit point l'Électricité , qu'elle peut même lui servir de véhicule , & faire l'office de conducteur. M. Dutour & moi , avons fait des expériences dont les résultats ne me ramènent point au sentiment de ces deux Auteurs. Je prie le Lecteur qui s'intéressera à cette question , d'examiner les raisons de part & d'autre. (a)

On ne peut prendre trop de précaution pour bien isoler les corps

Isolation des conducteurs.

(a) *Recherches sur les Causes particulières des Phénomènes électriques , troisième Discours , pag. 198 , & suiv.*

qu'on veut électriser , parce que la moindre communication avec le plancher , avec les meubles de la chambre ou avec les personnes qui assistent aux expériences , est capable de faire disparoître les effets de la vertu électrique ; cependant je dois dire ici , qu'en certains cas , (qui sont rares à la vérité ,) l'Electricité a tant d'énergie , qu'on l'a vu subsister dans des conducteurs qui n'étoient pas isolés de tout point.

De
quelle
matiere
on doit
faire les
supports
pour iso
ler.

La soie , le soufre , les résines , la cire d'Espagne & celle des abeilles , sont les matieres dont on fait ordinairement les supports de conducteurs ; on y peut joindre le bois bien séché au four , & frit ensuite dans l'huile bouillante ; j'en ai fait des selletes qui me réussissent assez bien , & dont je rends grace au P. Ammerfin , Minime , Auteur de cette invention.

Quand les corps ne sont pas trop pesants , on les électrise sur des supports de verre , hauts , pour le moins , de huit à dix pouces : on feroit mieux de les placer sur un simple carreau de vitre , qui feroit posé lui-même sur quelque matiere électrisable par

communication : c'est M. Dutour qui a fait le premier cette réflexion , & qui l'a justifiée par de bonnes expériences. (a) Celle de Leyde devoit nous éclairer sur cela : l'eau que contient la bouteille ne s'électrise jamais aussi bien que quand cette bouteille est mince , & qu'elle est placée sur un support de matiere électrique par communication , & qui n'est point isolée.

Comme on est dans l'usage de faire fondre les matieres énoncées ci-dessus , pour les couler dans des moules & en faire des gâteaux , je dois avertir qu'il faut attendre qu'ils soient bien refroidis & bien reposés , avant que de s'en servir ; j'ai remarqué assez constamment que quand ils sont nouvellement faits , ils ne sont pas aussi propres à isoler les corps , qu'ils ont coutume de l'être au bout de quelques mois.

(a) *Mémoires de Mathématiques & de Physique* , présentés à l'Académie par des Savants Etrangers , *Tome II* , pag. 516.



ARTICLE TROISIEME.

Des Signes par lesquels la vertu électrique se manifeste.

Signes
ordinaï-
res d la
vertu é-
lectrique.

ATTIRER & repousser des corps légers qui sont à une distance convenable ; faire sentir sur la peau une impression semblable à peu près à celle du coton bien cardé , ou d'une toile d'araignée , qu'on rencontreroit flottante en l'air ; répandre une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine ou de l'ail ; lancer des aigrettes d'une matiere enflammée ; étinceller avec éclat ; piquer très-sensiblement le doigt ou toute autre partie du corps qu'on présente de près ; mettre le feu aux liqueurs ou aux vapeurs spiritueuses ; enfin communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain temps , voilà les signes les plus ordinaires d'après lesquels on a coutume de juger si un corps est actuellement électrique ; & sa vertu passe pour être d'autant plus forte que chacun de ces phénomènes se manifeste davantage , ou qu'il a plus

de durée. Tout cela est suffisamment prouvé par toutes les expériences du premier & du second article.

XX.
LEÇON.

En appuyant son jugement sur toutes ces preuves ensemble , on ne risquera pas de se tromper , pourvu que l'on considère l'Électricité comme l'action d'une matière à qui l'on fait prendre certain mouvement , non-seulement dans le corps que l'on frotte , ou sur lequel on fait agir les instruments d'Électricité , mais encore dans ceux qui l'environnent ou qui le touchent. Car ces effets extérieurs étant toujours l'action de la matière électrique , on ne risquera rien de conclure que cette vertu est plus ou moins forte , quand on verra augmenter ou diminuer cette action même dans laquelle on la fait consister.

MAIS si l'on regarde le corps frotté ou le conducteur isolé , comme l'unique agent des effets extérieurs , en vertu d'un certain état qu'on lui a fait prendre , & d'une matière qu'il anime ou qu'il transmet ; & si , pour décider du degré de vertu qui appartient à ce corps , on se permet de

Equi-
voque ;
dans bien
des cas.

XX.
LEÇON. consulter , à son choix , quelqu'un des signes dont j'ai fait mention , en excluant les autres , je vois qu'il y aura bien des cas où l'on pourra porter un faux jugement ; car je crois avoir bien prouvé , il y a plus de quinze ans (a) , que tous ces phénomènes , que l'on prend communément comme les marques d'une Electricité plus ou moins forte , peuvent s'augmenter ou s'affoiblir , quoique le globe & le conducteur isolé perséverent toujours dans le même état , ou du moins sans qu'on ait des raisons suffisantes pour croire qu'ils en aient changé : j'ai fait plus , j'ai prouvé la proposition suivante.

(a) *Mémoires de l'Académie des Sciences , 1747 , pag. 103 & suiv. Recherches sur les Causes particulieres des Phénomènes électriques , deuxieme Discours.*



Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriser , & que l'on regarde communément comme ne l'étant pas , fait quelquefois d'une manière très - marquée , tout ce qui annonce une forte Électricité , attractions , répulsions , attouchement d'émanations invisibles , aigrettes lumineuses , étincelles , piquûres , inflammations , &c.

Je vais rapporter ici quelques-unes des expériences qui m'ont servi à prouver cette espèce de paradoxe.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Si l'on électrise un grand plat rempli d'eau , dans lequel on ait mis flotter des petites boules de liege ou de verre soufflé ;

EFFETS.

Tous ces petits corps électrisés par communication , sont attirés sensiblement par tout ce qui n'est point électrique , comme on fait qu'ils le feroient par un corps électrisé , s'ils ne l'étoient pas eux-mêmes.

II. EXPÉRIENCE.

XX.
LEÇON.

PRÉPARATION.

Laissez tomber sur un tube électrisé , une petite feuille de métal ; attendez un instant que la répulsion électrique l'en ait séparée , & entretenez-la flottante en l'air , en tenant le tube au-dessous d'elle.

EFFETS.

Si vous présentez le bout de votre doigt à ce petit corps ainsi suspendu en l'air , vous pourrez remarquer que non-seulement il se jette avec précipitation sur le doigt non-électrique qu'on lui présente , mais aussi qu'il rejaillit immédiatement après de la même manière , (quoique moins fortement) , qu'il est repoussé par le tube qui l'a électrisé : ce dernier effet est plus sensible , si , au lieu de votre doigt , vous présentez à la petite feuille un écu ou quelque autre morceau de métal au bout d'un bâton de cire d'Espagne.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Que l'on suspende avec un fil de soie ,

soie , une grosse aiguille à coudre , entre deux timbres de métal , dont l'un soit électrisé par communication & l'autre non-isolé.

E F F E T S.

On verra l'aiguille aller perpétuellement de l'un à l'autre timbre , comme si elle étoit également attirée & repoussée par les deux ; de sorte que si l'on ne le fait pas d'ailleurs , on aura peine à deviner par la seule inspection , lequel des deux reçoit l'Electricité du globe.

R É F L E X I O N S.

Ces expériences , & une infinité d'autres que je ne puis rapporter ici , prouvent donc qu'un corps , sans être directement électrisé , peut attirer & repousser les corps légers qu'on lui présente ; & que ces mouvements alternatifs , qui sont de véritables signes d'Electricité , peuvent se montrer d'une manière équivoque , & ne nous pas désigner à coup sûr le corps à qui la vertu électrique est communiquée immédiatement. On me dira

peut-être que la prétendue attraction du timbre non - isolé sur l'aiguille , celle du doigt sur les boules flottantes , ou sur la petite feuille de métal suspendue en l'air , ne sont que des apparences trompeuses , & que la vertu qui produit ces mouvements , réside en réalité dans le petit corps qui se porte vers le doigt ou vers le timbre non-électrique : semblable en cela à un petit aimant suspendu au bout d'un fil , lequel se précipite sur une enclume , parce que cette grande masse de fer ne peut venir à lui.

Hé bien quand cela seroit ; quand je devrois considérer & le Magnétisme & l'Electricité comme deux vertus uniquement résidentes dans les sujets qu'elles qualifient , c'est-à-dire , la première dans la pierre d'aimant & dans le fer aimanté , & la seconde dans le corps frotté , ou dans le conducteur isolé sur lequel on fait agir le globe ; tout ce qui pourroit résulter de cette considération , qui ne convient guere à la Physique d'aujourd'hui , c'est que les attractions & les répulsions , tant magnétiques qu'électriques , peuvent

nous tromper dans bien des occasions où il s'agit de décider entre deux corps , lequel possède réellement en soi la vertu qu'elles annoncent ; & c'est précisément ce que j'ai entrepris de prouver.

XX.
LEÇON.

Mais je prétends faire plus ; après avoir montré précédemment que l'Électricité n'est autre chose qu'une certaine matiere en mouvement , & en continuant de considérer ses phénomènes comme les effets d'une cause vraiment mécanique , je me flatte de prouver solidement , tant par les expériences que je viens de citer , que par celles qui vont suivre : je me flatte , dis-je , de prouver que les corps non-isolés , qui sont exposés à l'action des corps électrisés , ne sont pas des êtres purement passifs vis-à-vis d'eux , mais qu'ils contribuent réellement & d'une maniere efficiente à toutes les apparences extérieures qui annoncent la vertu électrique.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

J'électrise fortement , par le moyen d'un globe de verre , une personne

qui se tient debout sur un gâteau de résine : en continuant de l'électriser ainsi , je lui fais étendre la main qui ne touche point le globe , dans une situation verticale ; une autre personne qui n'est point isolée de même , mais simplement debout sur le plancher , étendant le bras horizontalement , présente un doigt vis-à-vis cette main , à une distance de 7 à 8 pouces. Voyez la figure 5.

E F F E T S.

1° Il sort de ce doigt non-isolé une matiere invisible , qui fait contre la main électrisée un souffle très-sensible , & tout-à-fait semblable à celui qu'on a coutume de sentir au-delà des aigrettes lumineuses d'une barre de fer qu'on électrise.

2° Si l'on approche le doigt plus près de cette main électrisée , comme à la distance de trois pouces , ou un peu moins , cette matiere invisible , qui ne faisoit qu'un souffle ; s'enflamme alors avec une sorte de bruissement , & se fait appercevoir sous la forme d'une belle aigrette *B* , qui ne differe point de celles qu'on voit

briller au bout de la barre de fer qu'on électrise , si ce n'est qu'elle souffre ordinairement quelques intermittences , & que ses éruptions sont accompagnées d'un plus grand bruit.

3° En approchant le doigt encore plus près de la main électrisée , on voit l'aigrette lumineuse dont je viens de parler , se resserrer & former un trait de feu fort vif *C* , qui éclate avec bruit & avec douleur de part & d'autre , comme il arrive en toute autre occasion , quand on s'approche pour toucher un corps fortement électrisé.

4° Si la personne qui est sur le gâteau de résine , & que l'on continue d'électriser , tient en sa main une cuiller de métal pleine d'esprit de vin , un peu chauffé sur des charbons ardents , l'autre personne qui n'est point isolée , y met le feu avec le bout de son doigt *D* , en le portant un peu brusquement à quelques lignes de distance au - dessus de la liqueur.

5° L'aigrette de matiere enflammée , & le soufflé dont nous avons fait mention dans les deux premiers

résultats , font sentir l'odeur de phosphore , ou d'ail , absolument de la même manière que les extrémités d'un corps qu'on électrise pendant un certain temps par communication. Et l'on observe tous ces mêmes effets , si , au lieu du doigt , on présente le bout d'une verge de fer ou de quel-qu'autre métal , à la main , au visage , & quelquefois aussi à tout autre endroit du corps de la personne qu'on électrise malgré l'interposition des habits.

On reconnoît donc , par le détail de cette expérience , qu'il est des cas où l'on voit faire à un corps qui est considéré comme non-électrique , tous les effets que l'on prend communément pour les signes les plus certains d'une Electricité bien décidée ; de sorte qu'en pareille occasion , si l'on appercevoit ces phénomènes par une porte ou par une fenêtre entr'ouverte , qui empêchât de découvrir l'appareil , & qui ne laissât voir que les effets , il seroit bien difficile , je pourrois dire impossible , de décider à coup sûr quel seroit celui des deux corps sur lequel agiroit im-

Fig. 4.

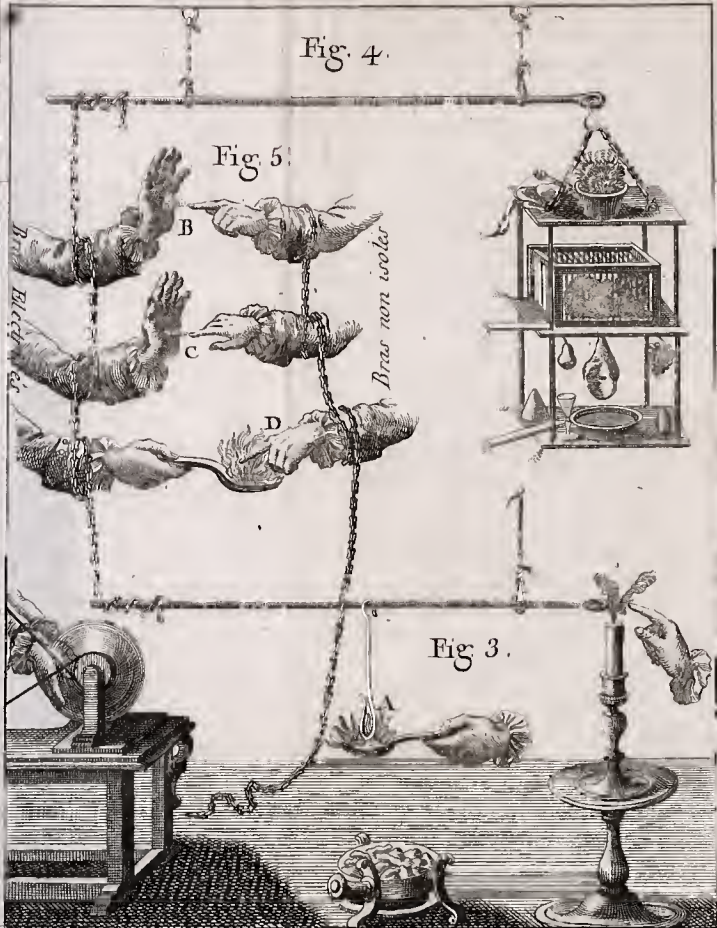
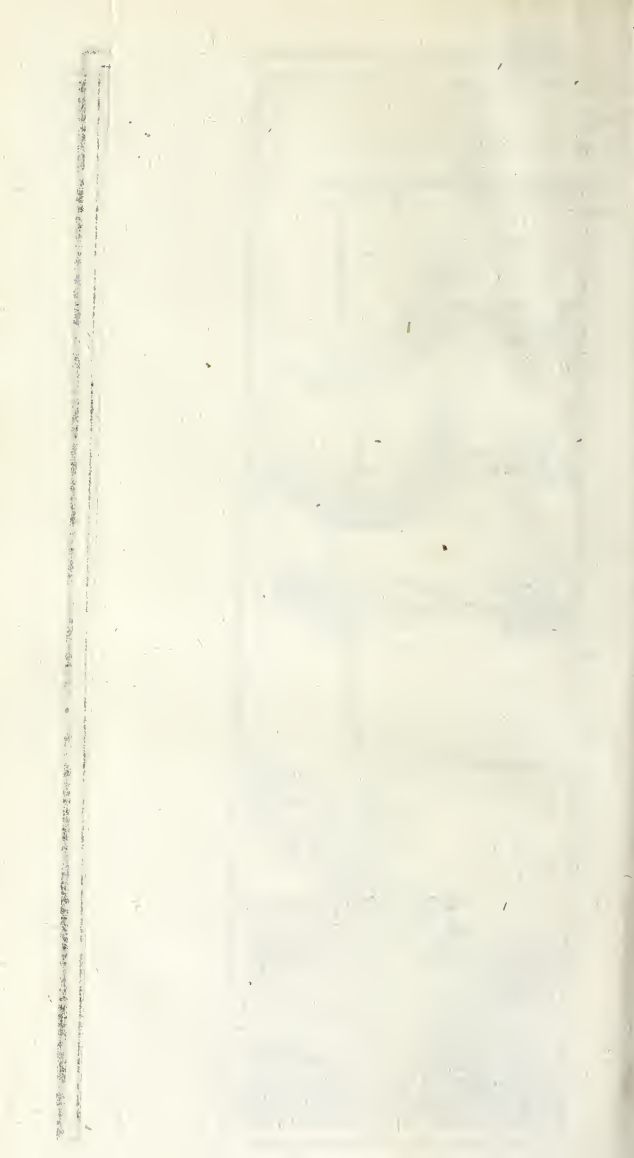


Fig. 3.



médiatement le globe , & que l'on XX.
LEÇON.
devroit regarder comme possédant en soi la vertu électrique , en supposant qu'on ne la dût reconnoître que dans l'un des deux seulement. Faisons voir maintenant que chacun de ces effets peut augmenter ou diminuer par certaines circonstances , & sans qu'on ait lieu de croire que le globe ni le conducteur ait changé d'état.

V. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Electrifiez un homme qui ait les deux mains libres , comme dans la *fig. 6* ; qu'il en tienne une étendue au-dessus d'une platine de fer-blanc *A* , sur laquelle on ait répandu des fragments très-menus de ces feuilles de cuivre dont les Vernisseurs se servent pour enjoliver leurs ouvrages , & que cela lui soit présenté par un autre homme non-isolé ; qu'il porte pareillement son autre main au-dessus d'un gâteau de résine *B* , ou d'un pain de cire bien uni , sur lequel on ait répandu pareille quantité de ces mêmes fragments.

Quelque soin que l'on ait pris pour rendre ces petites feuilles de métal également légères de part & d'autre , & quelque attention que l'on ait de tenir celles-ci & celles-là à égales distances des deux mains électrisées , on remarquera constamment que celles qui sont posées sur le fer-blanc , sont attirées & repoussées bien plus vivement que les autres : & que si on les tient à des distances inégales , ce sont les premières qui sont attirées de plus loin.

On ne peut pas dire raisonnablement que l'une des deux mains de la même personne reçoive du globe plus d'Électricité que l'autre : au reste il seroit aisé de prouver que cela n'est pas , en faisant changer de place au gâteau de cire , & à la feuille de fer-blanc : il est visible que la différence des effets vient uniquement de celle des supports , sur lesquels on a mis les petites feuilles de métal ; & nous en dirons la raison dans un autre endroit.

VI. EXPÉRIENCE.

XX.
LEÇON.

PRÉPARATION.

Que l'on suspende sur la même ligne , & avec des fils de même longueur , 1° une feuille de cuivre battu *C* (*fig. 7.*) qui ait environ 2 pouces de diamètre ; 2° à quinze pouces de distance sur la même ligne , un fragment d'une pareille feuille *E* , mais qui n'ait tout au plus qu'un demi-pouce de largeur ; 3° enfin une lame extrêmement mince de cire blanche *D* , de la même grandeur & de la même figure que la plus grande des deux feuilles de métal. Qu'on présente ensuite vis-à-vis de ces trois corps , & parallèlement à la ligne dans laquelle sont leurs centres , un tube de verre bien électrisé , comme on voit par la *figure 7.*

E F F E T S.

On verra presque toujours la grande feuille de métal *C* ne faire qu'un petit mouvement vers le tube , tandis que la cire *D* paroît constamment attirée , & d'une manière très-sensible ; on remarquera aussi que le

mouvement de la plus petite feuille de métal *E* , tant pour être attirée que pour être repoussée , sera bien plus vif que celui des deux autres corps.

Le même tube paroît donc plus électrique , si l'on en juge par les mouvements de la cire , que si l'on s'en rapporte à ceux qu'il imprime à la grande feuille de métal ; & les deux feuilles de cuivre qui ne diffèrent entr'elles que par la grandeur, indiquent encore des degrés d'électricité fort différents.

VII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Electrifiez un tube de verre ou un globe , & communiquez avec l'un ou avec l'autre la vertu électrique à une barre de fer , ou à un tuyau de fer-blanc isolé ; comparez entr'elles les impressions que pourront faire sur la peau de votre visage les émanations invisibles de ces différents corps électrisés , pour savoir quelles sont les plus fortes , ou celles qui se font sentir à une plus grande distance.

E F F E T S.

Il est certain qu'en faisant cette comparaison de la manière que je viens d'indiquer, vous trouverez les écoulements qui viennent du verre frotté, plus sensibles, & agissant de plus loin que ceux du conducteur isolé.

Cependant vous pourrez observer en même-temps que tous les autres signes d'Électricité sont communément plus forts de la part du conducteur, que de la part du globe ou du tube; les aigrettes & les étincelles qui sortent du verre, ne sont pas comparables pour la grandeur, ni pour la force, à celles que donne la barre de fer isolée; & si l'on veut produire de grands effets, c'est par l'Électricité communiquée qu'on y parvient, plutôt que par celle qu'on excite en frottant.

Les émanations électriques qui se font sentir par leur choc contre la peau ou par leur odeur, & qui sont assurément des signes d'Électricité bien certains, ne peuvent donc servir à déterminer son degré de force,

si les corps électrisés , que l'on compare entr'eux , ont acquis leur vertu par différents moyens , puisque ces effets , comme on vient de le voir , sont communément plus ou moins sensibles , selon la maniere dont un corps a acquis son Electricité , par frottement ou par communication. On verra même par des observations que je rapporterai ci-après , que ces émanations venant du même corps , peuvent se faire sentir plus ou moins fortement dans certaines circonstances qui ne changent rien à l'état du corps électrisé , mais seulement à celui de l'Observateur qui les éprouve.

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Electrifiez un conducteur qui soit un tuyau de fer-blanc de deux pouces de diametre ou environ , sur 5 à 6 pieds de longueur , & ouvert de part & d'autre. Observez d'abord tous les signes d'Electricité qu'il donnera dans cet état ; ensuite bouchez le bout qui est le plus reculé du

globe , avec une piece de métal solide , qui soit terminée en pointe courte & fort mouffe , bien arrondie , & sans aucun angle.

XX.
LEÇON.

E F F E T S.

Vous remarquerez infailliblement , en multipliant les épreuves , que tous les autres signes d'Electricité subsistant à peu près les mêmes dans les deux cas , les aigrettes qui paroissent au bout du conducteur dans le premier , sont très-différentes de celles qu'on voit dans le second ; celles-ci fort grosses , & fournies de rayons très-denses , s'élancent avec bruit & par intervalles ; celles-là plus continues , ressemblent à une frange de lumière , plus rare , & d'un feu plus léger ; de sorte que si l'on n'avoit égard qu'aux aigrettes , on croiroit volontiers que la vertu électrique du conducteur est d'abord foible , & ensuite beaucoup plus forte.

Dans les intervalles de temps où les aigrettes ne paroissent pas au bout de la grosse pointe , ou bien dans des circonstances défavorables à la vertu électrique , si les aigrettes ne

XX.
LEÇON. paroïssent point du tout , on les fera naître en approchant le plat de la main de l'endroit où on les attend.

Ce dernier résultat prouve encore que la proximité de certains corps peut faire paroître des aigrettes où il n'y en auroit pas , ou augmenter la grandeur & la force de celles qui seroient foibles , & le tout , sans que les autres signes annoncent ni plus ni moins d'Electricité dans le conducteur ou dans le globe.

Et comme les étincelles sont formées par des aigrettes dont les rayons se condensent , & se réunissent en un seul trait de feu , on doit s'attendre que les mêmes causes qui augmentent celles-ci , rendront aussi celles-là plus fortes & plus apparentes.

Quant à la douleur plus ou moins grande que les étincelles font sentir , c'est encore une occasion d'erreur pour quiconque ne voudra consulter que ce signe d'Electricité ; outre qu'il y a des personnes moins propres que d'autres à exciter ces feux , il peut arriver que la même , & avec le même doigt , les ressente plus ou moins , parce qu'elle les aura reçus à quel-

qu'endroit de la peau plus ou moins sensible.

R É F L E X I O N S.

Par les quatre premières expériences de cet article , on voit que le corps non-électrisé , ou réputé tel , produit vis-à-vis de celui qu'on électrise tous les signes ordinaires d'Électricité : on voit par les quatre dernières , que tous ces phénomènes , lors même qu'ils sont produits par un corps électrisé , sont sujets à des variations considérables , occasionnées par des causes étrangères : faut-il conclure delà que nous ne pouvons porter aucun jugement certain sur le sujet où réside véritablement l'Électricité , ni sur les différents degrés de force que cette vertu peut avoir ? Ce seroit prendre un parti outré : je pense que nous ferons plus sagement , en réformant nos idées , si l'expérience nous y contraint , & en profitant des leçons qu'elle nous donne , pour ne point attribuer à la cause principale ce qui n'est dû qu'aux circonstances.

Nous nous sommes accoutumés à

croire & à dire qu'un corps ne peut s'électrifier qu'autant qu'il est isolé : en prenant cette règle au pied de la lettre , nous nous sommes accordés à nommer *non-électrisé* ou *non-électrique* , celui qui n'est point isolé , & sur lequel on ne fait point agir immédiatement le globe ou le tube de verre. Mais devons-nous maintenant appeler de ce nom , d'une manière absolue & sans correctif , un corps à qui nous voyons faire presque tout ce qui annonce l'Électricité d'un conducteur isolé ? L'homme de la quatrième expérience , qui est debout sur le plancher , est-il dans son état naturel quand il sort du bout de son doigt un souffle très-sensible , des aigrettes lumineuses , des étincelles qui éclatent avec bruit & avec douleur , &c. ? Peut-on dire que le sujet de ces phénomènes , universellement reconnus pour être des signes d'Électricité , ne soit point affecté de cette vertu ?

Mais cet homme , me dira-t-on , ne produit ces effets que par le bout de son doigt , bien différent en cela des conducteurs isolés , dont l'Électricité se manifeste de toutes parts.

Je conviens de cette différence ; j'avoue que l'homme dont il s'agit , n'est point électrique au point d'en donner des marques par toutes les parties de son corps ; mais pour être électrique & pour en porter le nom , faut-il qu'il ressemble de tout point à un conducteur isolé : si cela étoit , on ne pourroit pas dire qu'on se fait électriser quand on fait sur soi-même l'expérience de Leyde ; car celui qui ressent la commotion , n'est point électrique à la manière d'un conducteur isolé.

XX.
LEÇON.

Et d'ailleurs qui nous assurera que cet homme , qui ne montre des signes d'Électricité qu'au bout de son doigt , n'en donneroit point par toutes les autres parties de sa personne , s'il étoit vis-à-vis d'un corps beaucoup plus électrique que ne le sont nos conducteurs isolés dans les cas ordinaires ?

Pour moi , il me semble qu'on doit nommer *électrique* , ou regarder comme *électrisé* , tout corps en qui la matière électrique produit quelque effet extraordinaire , tout corps qui devient le sujet de quelque phénomène d'Électricité , sauf à déclarer de

XX.
LEÇON.

quelle maniere il a acquis cette qualité, & en quoi son état differe de celui d'un autre corps autrement affecté de la même vertu.

Deux
sortes de
Conduc-
teurs ;
les uns
isolés ,
les au-
tres non-
isolés.

SUR ce pied-là je distingue deux fortes de conducteurs , les uns isolés qui manifestent leur Electricité par toutes les parties de leur surface ; les autres non-isolés qui ne montrent la leur que par l'endroit le plus voisin d'un corps électrisé par frottement ou par communication ; & je ferai voir dans la III^e Section que la matiere électrique se meut essentiellement de la même maniere dans les uns comme dans les autres.

Caril-
lon élec-
trique ;
applica-
tion
qu'on
en peut
faire.

L'AIGUILLE suspendue entre les deux timbres de la troisieme expérience , produit un petit carillon qui dure autant de temps que l'électrisation par laquelle elle est mise en jeu : il est aisé de voir qu'en multipliant les timbres , & en variant à propos leurs dimensions , un curieux qui prendra goût à cet amusement , en pourra faire résonner un grand nombre avec le même globe , plusieurs à la fois , si cela entre dans ses vues , ou les uns après les autres ,

en interrompant , par des attouchements bien ménagés , l'Electricité de ceux qu'il voudra tenir en silence. En voilà assez , je pense , pour faire connoître tout le secret de cette jolie invention , & pour mettre sur la voie de l'exécution : au reste on en a fait un Livre (a) que l'on pourra consulter , si l'on veut de plus amples instructions.

On fera du carrillon électrique une application plus sérieuse , & peut-être plus utile , si l'on met l'appareil des timbres à portée de recevoir l'Electricité naturelle ; je veux dire , celle qui regne quelquefois dans notre atmosphère , sur-tout aux approches des orages accompagnés de tonnerre ; car la nuit comme le jour on en sera averti par ces sons ; & leur fréquence plus ou moins grande , indiquera encore si cette Electricité est plus ou moins forte , plus ou moins dangereuse. Voyez ma septième Lettre sur l'Electricité , *Tom. I , pag. 163 & suiv.*

IL seroit bien à souhaiter que nous

Electro-
metres.

(a) Le Claveffin électrique , chez Guerin & Delatour , rue S. Jacques.

eussions quelque instrument propre , non-seulement à nous indiquer si un corps est électrique , mais de combien il l'est plus qu'un autre , ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre temps , ou dans des circonstances différentes : ce seroit-là véritablement l'*Electrometre* que nous cherchons depuis long-temps , que quelques-uns se sont flatté d'avoir trouvé , mais que personne ne possède , pour dire les choses comme elles sont. Tout ce qu'on nous a offert , pour mesurer l'Electricité , ne vaut pas mieux que les deux bouts de fil qu'on laisse pendre à côté l'un de l'autre au corps qu'on électrise , & qui deviennent divergents entr'eux en devenant électriques avec le corps auquel ils tiennent ; l'angle plus ou moins ouvert qu'ils forment en s'écartant l'un de l'autre , nous dit à peu près ce que nous devons penser de leurs degrés d'Electricité comparés entr'eux , mais il nous laisse ignorer quelle est leur Electricité absolue.


Il y a plus , c'est que si le conducteur est un assemblage de différents corps plus électrisables les uns

que les autres , ces deux fils pen-
dants nous feront bien remarquer
qu'il y a dans l'un plus d'Electricité
que dans un autre ; mais par cela
même que les différentes parties du
conducteur sont susceptibles de dif-
férents degrés de vertu , l'état de
l'une ou de l'autre fût-il bien connu ,
nous laissera toujours très-incertains
du degré d'Electricité qui appartient
au globe d'où procède cette vertu.

XX.
LEÇON.

LA cinquieme expérience nous apprend combien le choix des supports est important , quand il s'agit d'apprécier l'action des corps électrisés sur les autres corps qu'on leur présente ; elle paroît d'autant plus forte que ces supports sont plus propres à s'électriser par communication. Cependant M. Dufay préféroit les appuis de verre ou de cire d'Espagne , pour poser les corps légers qu'il vouloit attirer ; mais il prenoit la précaution de les chauffer auparavant ; & j'ai observé que ces matieres , quand elles ont été présentées au feu , quoiqu'elles ne soient pas de la nature des conducteurs , ne laissent pas d'avoir avec eux quel-

Choix
des sup-
ports
pour iso-
ler.

 que chose de commun , que j'expliquerai par la suite.

·XT.
LEÇON.

Certains
corps
plus at-
tirés &
repouf-
sés que
d'autres.

LES corps électrisés attirent généralement toutes sortes de corps assez légers ou assez libres pour obéir à la matiere invisible qu'il met en jeu ; mais il enleve plus facilement les uns que les autres ; il est certain qu'à volumes & poids égaux une feuille de cuivre battu est attirée , & repoussée plus vivement & de plus loin qu'un morceau de papier ; un ruban mouillé, mieux que le même ruban sec, quoique celui-ci soit plus léger , &c. Cela ne tient point à la couleur comme on l'avoit soupçonné , on s'en est assuré par des expériences décisives ; il y a tout lieu de croire qu'il faut s'en prendre à la densité , qui étant plus grande dans le métal & dans le ruban mouillé , &c. met ces corps plus en prise à la cause impulsive qui les porte vers le corps électrisé , ou qui les en éloigne. La grandeur , la figure , le sens dans lequel le corps attirable se présente , sont encore des choses qui doivent entrer en considération ; mais ce que j'ai à dire sur cela , s'entendra mieux

quand j'aurai fait connoître la cause ~~premiere~~ des attractions & des répulsions.

XX.
LEÇON.

Tous les signes d'Électricité , dont j'ai fait mention dans cet article , subsistent autant de temps que l'on fait durer l'électrisation du conducteur isolé ; mais dès que l'on cesse de frotter le verre de qui il tient sa vertu , les émanations sensibles , les aigrettes lumineuses , l'odeur de phosphore s'évanouissent presque toujours , & il ne reste que les attractions , les répulsions & les étincelles ; & ces derniers signes ont coutume de durer plus long-temps quand le conducteur a beaucoup de masse & de surface , que quand il est menu , toutes choses égales d'ailleurs : j'ai vu souvent des barres de fer pesant 60 ou 80 livres attirer & étinceler plus de six heures après avoir été électrisées , parce qu'elles étoient demeurées isolées , & que rien n'y avoit touché.

Durée
de la
vertu
électrique
dans
les con-
duc-
teurs.

Les conducteurs qui gardent plus long-temps leur vertu électrique , la perdent aussi plus difficilement , quand on veut la leur ôter par des

attouchements ; ceux dont je viens de faire mention produisent ordinairement plusieurs étincelles avant que d'être entièrement désélectrisés ; il n'en faut le plus souvent qu'une pour avoir cet effet sur les autres : on a vu des hommes électrisés dans des circonstances favorables , mettre pied à terre , faire plusieurs pas , remonter sur leur gâteau de résine , & paroître encore sensiblement électriques. Mais il faut convenir que cela est extraordinaire.

Le verre , comme nous l'avons dit , s'électrise difficilement par communication ; mais quand on est parvenu à l'électrifier de cette manière , on en obtient des effets dont les autres conducteurs ne sont pas capables , & que j'aurai soin de faire connoître : il garde aussi son Electricité plus long-temps qu'aucune autre matière que l'on connoisse , soit qu'il l'ait acquise par frottement , soit par communication : souvent il en donne encore des marques très-sensibles au bout de 30 ou 36 heures.

LE verre électrisé de l'une ou de l'autre

l'autre maniere perd bien plus diffi-
cilement son Electricité que les con-
ducteurs communs ; je ne parle pas
seulement de la durée , mais de la
ténacité, pour ainsi dire, avec laquelle
la vertu électrique paroît résider en
lui : tirez une étincelle d'un homme
électrisé , ou touchez seulement son
habit avec le bout de votre doigt ,
en voilà assez pour lui enlever le
pouvoir de donner aucun signe d'E-
lectricité ; & si vous touchez pareille-
ment un tube de verre nouvelle-
ment frotté , à peine désélectriserez-
vous l'endroit qui aura éprouvé cet
attouchement ; & si vous reposez ces
instruments sur des corps électrisables
& non-isolés, une heure ou deux après
vous pourrez les trouver encore en
état d'attirer & de repousser très-sensi-
blement.

XX.
LEÇON.

Durée
de la ver-
tu élec-
trique
dans le
verre.

Le globe ou le tube de verre , quand
on a cessé de le froter , continue de
lancer des émanations invisibles , d'at-
tirer & de repousser , d'étinceler vis-
à-vis les corps qu'on lui présente ,
s'ils sont de nature à faire des con-
ducteurs , de faire sentir l'odeur de
phosphore ; mais il est rare qu'il

XX.
LEÇON.

donne des aigrettes lumineuses ; & les étincelles qu'il produit dans les cas ordinaires , sont plus foibles & éclatent moins que celles qu'on excite autour d'un corps électrisé par communication.

Signes
d'électri-
cité dans
le vuide.

QUAND l'Electricité se porte dans le vuide , elle se manifeste , comme dans le plain air , par des attractions & par des répulsions , à quelque différence près dont nous ferons mention dans la suite ; mais les feux qu'elle produit alors , different beaucoup des aigrettes & des étincelles ordinaires : les premières n'ont point leurs rayons aussi distincts ni aussi divergents ; leur feu est plus ferré , & devient , dans certaines occasions , si diffus , qu'il remplit tout le récipient d'une lumière à peu près uniforme ; les dernières , quand elles ont lieu , sont comme foudroyantes , & vont assez souvent jusqu'à casser le vaisseau dans lequel elles éclatent.

L'Elec-
tricité
commu-
niquée
ne diffé-
re point
essentielle-
ment
de celle
qu'on ex-
cite par
le frotte-
ment,

ON voit par ces dernières obser-
vations que l'Electricité est essen-
tiellement la même , soit qu'on l'excite
par frottement , soit qu'elle soit com-
muniquée , puisque dans l'un & dans

l'autre cas , elle s'annonce par des signes de la même nature , & qui ne différent que par des plus ou par des moins.

XX.
LEÇON.

On doit remarquer aussi que tous ces effets que nous prenons pour des signes d'Electricité , sont toujours essentiellement les mêmes de la part des corps frottés , comme de la part des conducteurs proprement dits ; cependant c'est par le moyen de ceux-ci qu'on doit agir , quand on cherche à produire les plus grands phénomènes : un tube ou un globe de verre , si bien frotté qu'il soit , ne fera jamais lui-même ce qu'il fait faire à une barre de fer isolée ou à un homme placé sur un gâteau de cire.



II. SECTION.

Dans laquelle on expose ce que l'expérience a fait connoître de plus certain , & de plus propre à nous éclairer sur la cause générale des phénomènes électriques.

JE ne cherche pas seulement à rendre raison de tel ou tel fait en particulier : plusieurs des phénomènes électriques s'expliquent visiblement l'un par l'autre : l'Électricité , par exemple , se porte à 1200 pieds de distance par une corde de chanvre , tandis qu'elle s'étend à peine à quelques pieds par une corde de soie ; cette différence vient , comme on fait , de ce que les corps les moins électriques par eux - mêmes sont les plus propres à le devenir par communication & réciproquement. Une feuille de métal qui a touché un tube de verre nouvellement frotté , s'en éloigne ensuite constamment : on fait que cela se fait ainsi , parce que

généralement tout corps électrisé par voie de communication s'écarte , autant qu'il peut , de celui qui l'a mis en cet état , &c. Mais ces causes prochaines sont elles-mêmes les effets de quelque autre cause plus reculée & plus générale ; l'Electricité qui se manifeste par tant de phénomènes différents , doit venir primitivement de quelque principe unique , d'un mécanisme peut-être fort simple , que la nature dérobe à nos yeux , dont les effets se multiplient & varient sans cesse par des combinaisons de circonstances dont nous avons peine à démêler & à prévoir les suites.

C'est ce mécanisme secret qui pique depuis long - temps notre curiosité , que je me propose de dévoiler ici : plus j'ai désiré de le connoître , plus j'ai résolu de ne le point deviner au hasard ; je me suis défié de l'imagination toujours trop prompte à former des systèmes. Si j'ai laissé agir la mienne , ce n'a été que sur la liaison & les rapports que les faits pouvoient avoir entr'eux ; si j'ai essayé de deviner ce que je ne voyois pas ,

j'ai toujours eu soin que mes conjectures fussent fondées sur ce que j'avois vu.

Je ne proposerai rien que je ne cite les faits qui m'ont instruit, afin qu'on puisse juger si c'est à tort ou avec raison que je me suis déterminé à croire ce que j'avance.

PREMIERE PROPOSITION.

Cette matiere subtile qui se meut autour & au dedans des corps électrisés, & que nous nommons MATIERE ELECTRIQUE, n'a point un mouvement circulaire ou en forme de tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient pensé; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conserve cette direction autant qu'elle peut.

IL y a des cas où la matiere électrique se montre à nos yeux sous la forme d'un fluide lumineux; & alors rien ne nous empêche de reconnoître comment elle affecte de se mouvoir; mais dans bien d'autres occasions elle demeure invisible; & quoique, par ses rayons apparents, elle nous indique d'une maniere assez

sûre la direction qu'elle suit lorsque nous ne la voyons plus ; cependant pour ne laisser sur cela aucune incertitude ni aucun doute , nous porterons nos recherches sur les émanations invisibles comme sur les autres , & nous prouverons que ni celles-ci ni celles-là ne circulent autour du corps qu'on électrise.

IL faut , avant toutes choses , que l'on convienne avec moi de cette règle reçue de tous ceux qui se mêlent de Physique expérimentale ; savoir , qu'un corps qui est choqué directement par un autre corps , au point d'en être déplacé , se meut dans la direction de celui qui l'a choqué ; d'où il suit nécessairement qu'on peut juger en toute sûreté du mouvement d'un corps qu'on ne voit pas , par la route qu'il fait prendre à celui qui est apparent : & , en effet , comment jugeons-nous de la direction du vent , si ce n'est par le mouvement des girouettes qu'il dirige , par celui des corps légers qu'il entraîne ? Les courants de matière magnétique , leur existence supposée , ne sont-ils point admis par tous les Physi-

ciens , comme des causes dont on peut faire usage pour expliquer la direction des aimants ?

Quand la matiere électrique sera visible , nous jugerons donc de ses mouvements par l'inspection de ses rayons ; mais quand elle échappera à notre vue , nous aurons recours à nos autres sens , ou nous aurons égard à la maniere dont son action se fera sentir sur les autres corps. Je viens aux preuves de notre premiere proposition.

I. E X P É R I E N C E.

P R É P A R A T I O N.

Répandez sur une table de bois , ou encore mieux sur une feuille de fer-blanc , bien unie & bien seche , des corps légers de toutes especes , les uns plus petits que les autres , & présentez au-dessus un tube de verre bien électrisé , vous remarquerez ce qui suit.

E F F E T S.

1° Les plus petits corps , sur-tout ceux qui sont minces & tranchants
comme

comme des fragments de feuille d'or ~~ou de cuivre~~, s'élancent soit de la table au tube, soit du tube vers la table, presque toujours en ligne droite.

XX.
LEÇON.

2° Ceux qui ont un peu plus de volume, ou qui sont d'une figure plus arrondie, comme les boulettes de coton, les duvets de plume, &c, souffrent le plus souvent quelques détours; mais ces détours sont irréguliers, tantôt à droite tantôt à gauche, & n'annoncent point du tout l'impulsion d'un fluide qui circule.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Tenez d'une main un tube fortement électrisé, &, avec l'autre main, présentez-lui un fil de soie ou de lin que vous tiendrez seulement par un bout.

E F F E T S.

De quelque façon que vous teniez ce fil, vous observerez qu'il se dirigera toujours dans une ligne droite qui tend au tube *F* (*fig. 7.*)

338 LEÇONS DE PHYSIQUE

XX.
LEÇON.

Cette expérience se fait encore mieux , quand on présente le fil , ou un ruban , à une barre de fer que l'on électrise par le moyen d'un globe de verre.

III. EXPÉRIENCE.

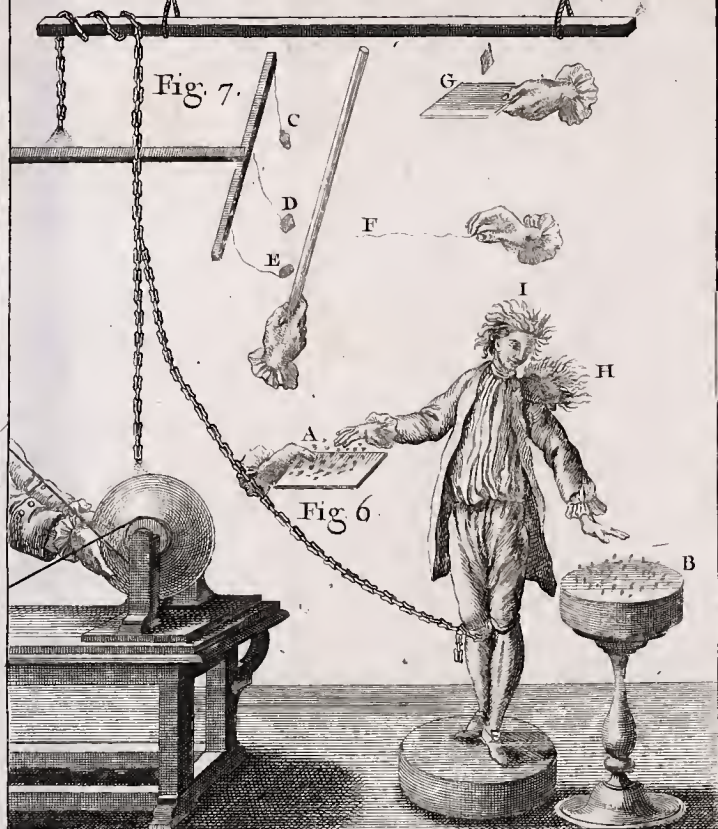
PRÉPARATION.

Sous une barre de fer suspendue horizontalement & que l'on continue d'électriser , présentez une feuille d'or ou de cuivre qui ait environ un pouce & demi en quarré , présentez-la par son tranchant , en la tenant sur une assiette de métal , ou sur une feuille de fer-blanc , ou bien sur un carton mince sous lequel vous tiendrez le doigt ou la main ; *G (fig. 8.)*

E F F E T S.

Vous verrez cette feuille de métal aller & venir entre son support & la barre de fer ; & avec un peu d'attention & d'habitude , vous parviendrez à la faire demeurer suspendue à quelques pouces au-dessous de la barre de fer ; alors elle n'aura d'autre mouvement que celui de se promener ,

Fig. 8.





comme en sautant, le long de la barre électrisée.

XX.
LEÇON.

OBSERVATIONS.

A juger des mouvements de la matiere électrique par ceux qu'elle imprime , & par ses effets les plus constants & les plus réglés , il paroît donc qu'elle ne circule point , & que l'atmosphère qu'elle forme autour du corps électrisé , n'est point un tourbillon proprement dit.

Quand je dis que la matiere électrique se meut en ligne droite , cela doit s'entendre de ses mouvements libres , sans obstacles , & hors des circonstances qui peuvent les déterminer d'un côté plus que de l'autre : c'est pourquoi , dans les expériences rapportées ci-dessus , & dans beaucoup d'autres que l'on pourroit citer pour prouver la même proposition , il faut considérer que souvent la pesanteur des corps attirés ou repoussés , combinée avec l'impulsion de la matiere électrique , peut produire des mouvements en ligne courbe ; mais ce qu'il y a de bien constant , c'est que toutes ces déviations ne

montrent point une circulation , & qu'elles sont aussi variables que les causes fortuites à qui elles sont dues.

Il en est de même des mouvements de la matière électrique , lorsqu'elle est apparente par sa lumière : les rayons des aigrettes , les traits de feu qu'ils forment en se réunissant pour étinceler , sont naturellement droits ; mais le doigt ou un morceau de métal qu'on leur présente , les détermine à se courber ; & avec tout cela cependant on ne voit jamais ces émanations lumineuses tourner en forme de tourbillon , autour des corps qui les lancent ou qui les reçoivent. Voyez le 4^e & le 5^e résultat de la 2^e exp. du premier article.

SECONDE PROPOSITION.

La matière électrique s'élance du corps électrisé , & se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance.

Il faut se rappeler ici les résultats des deux premières expériences rapportées dans le premier article de la première section : ce souffle léger ,

ces especes de filaments invisibles que l'on sent contre la peau, quand on présente le visage ou le revers de la main à un tube ou à un globe de verre nouvellement frotté ; ces aigrettes lumineuses qu'on voit sortir par les angles d'une barre de fer électrisée ; ces traits de feu qui éclatent & qui piquent le doigt de celui qui les excite ; tous ces signes d'Electricité prouvent d'une maniere incontestable que le fluide subtil qui rend les corps électriques, passe réellement du dedans au dehors de ces mêmes corps, & se répand autour d'eux jusqu'à une certaine distance : on aura preuve complete & surabondante de cette vérité, si l'on fait bien attention à ce qui résulte des expériences suivantes.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISÉZ fortement une barre de fer isolée (*fig. 9*) dont vous aurez mouillé la surface avec de l'eau ou avec de l'esprit-de-vin, & présentez-y le revers de la main *A*, comme pour

Preuves
de la
matiere
effluen-
te.

sentir les émanations invisibles dont nous avons fait mention plusieurs fois.

E F F E T S.

Au lieu de ce souffle léger qui ressemble aux attouchements du coton bien cardé, ou d'un duvet de plume extrêmement rare, vous sentirez un vent frais qui fait sur la peau l'impression d'une pluie très-fine & poussée avec force.

Cet effet ne prouve-t-il pas assez clairement que la liqueur dont on a mouillé la barre de fer, est emportée par la matière électrique qui en sort, & qui étant armée, pour ainsi dire, de ces corpuscules étrangers, frappe avec plus de force que de coutume la main qu'on lui présente, & y fait sentir cette fraîcheur qui est propre aux fluides qui mouillent ?

V. E X P É R I E N C E.

Sur une barre de fer semblable à la précédente, mais bien essuyée & bien sèche, répandez du son de farine ou du tabac grossièrement rappé, & que quelqu'un non-isolé y porte la main, tandis qu'on commence

EXPÉRIMENTALE. 343
à faire agir le globe , afin qu'elle ne
s'électrise que dans l'instant où l'on
voudra observer les effets.

XX.
LEÇON.

EFFETS.

Dès que la barre de fer deviendra électrique , on verra le son ou le tabac qu'on aura mis dessus , s'élever en l'air comme s'il étoit soufflé par dessous , *B (fig. 9.)*

Il est effectivement soufflé & enlevé par les émanations invisibles , mais très-sensibles , que l'on sent avec la main ou avec le visage autour de tous les conducteurs qu'on électrise : seroit-il raisonnable de méconnoître cette cause qui se présente si naturellement ?

VI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Qu'on électrise fortement un homme isolé sur un gâteau de résine ou autrement ; si cet homme porte ses cheveux ou une perruque sans pommade , il suffira qu'il reste découvert , sinon l'on pourra suppléer à ses cheveux par une poignée de

filasse qu'on lui placera sur la tête ; ou qu'on lui attachera en quelque endroit. *Voyez I ou H (fig. 6.)*

E F F E T S.

A mesure que cet homme s'électrifiera, vous verrez ses cheveux se dresser en l'air, en se tenant écartés les uns des autres ; & vous rendrez cet effet encore plus sensible, si vous tenez votre main étendue, ou une plaque de métal, à une distance de 7 à 8 pouces au-dessus de lui.

Des cheveux qui se dressent ainsi, tandis qu'on les électrise, annoncent, on ne peut pas mieux, l'écoulement de la matière qui les enfile, & qui les tient dans cette direction ; & si vous en doutez encore, faites cette expérience dans un lieu privé de lumière ; & vous appercevrez souvent aux extrémités de ces cheveux hérissés, des petites houppes lumineuses qui ne peuvent être que l'effet de la matière électrique qui s'enflamme en débouchant de ces petits canaux dans l'air extérieur.

OBSERVATIONS.

Je ne m'arrêteroïs pas davantage à

àorpver ma seconde proposition , si je voulois la restreindre au verre électrisé & aux conducteurs qui reçoivent de lui leur vertu ; premièrement , parce que tout le monde convient avec moi que de ces corps , quand on les électrise , il sort réellement une matière qui se répand au dehors ; secondement , parce que je crois que cela est suffisamment prouvé par les expériences que je viens de citer , pour toute personne qui ne cherche point à contester , mais seulement à s'instruire.

Mais je ne dois pas dissimuler que j'ai contre moi quelques Auteurs qui ne veulent point convenir , en général , que tout corps électrisé lance hors de lui la matière électrique ; ils exceptent le soufre , la cire d'Espagne , la soie , & en général toutes les matières que nous nommons *résineuses* , en parlant d'Électricité ; prétendant que ces corps , quand ils sont électrisés , bien loin d'avoir des émanations comme le verre & les conducteurs , ne font qu'en tirer des leurs ou des autres corps qui les environnent. Je suis donc obligé de pousser plus loin mes preuves , & de

346 LEÇONS DE PHYSIQUE

XX.
LEÇON. montrer , contre la prétention de ces messieurs , que les conducteurs électrisés par le soufre , par la cire d'Espagne , &c. ne different point essentiellement de ceux sur lesquels on fait agir le verre frotté , & que les uns comme les autres ont des écoulements réels de matiere électrique , qui se portent du dedans au dehors.

VII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

En la place d'un globe de verre , mettez-en un de soufre , & électrisez , par un temps convenable , une verge plate de fer de deux ou trois lignes d'épaisseur & de quatre à cinq pieds de longueur , & répétez avec ce conducteur la 4^e & la 5^e expérience.

E F F E T S.

Si l'Electricité est passablement forte , vous reconnoîtrez , en présentant la main , que la liqueur est enlevée de dessus la surface du fer , par l'électrification du globe de soufre comme par celle du verre ; vous

verrez de même que le son de farine ou les autres poudres seront enlevées comme dans la 6^e expérience, quoique peut-être avec moins de force. Voyez *C, D* (*fig. 10.*)

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Electrifiez avec le même globe de soufre une autre verge de fer, ou la même qui soit terminée en pointe menue, & regardez attentivement ou à la vue simple, ou avec un verre lenticulaire de 2 pouces de foyer, ce qui se passe au bout de ce conducteur, *E* (*fig. 10.*)

E F F E T S.

Vous y appercevrez un petit feu court, dont vous aurez peine à distinguer le mouvement à la vue simple; mais, avec le verre qui grossit, vous verrez inmanquablement que c'est une petite aigrette de matiere enflammée dont les rayons divergent & s'épanouissent, comme celles qu'on voit aux extrémités anguleuses ou à la pointe *F* (*fig. 9*)

348 LEÇONS DE PHYSIQUE

XX.
LEÇON.

d'un conducteur électrisé par le verre, & auxquelles elle ressemble parfaitement, à cela près qu'elle est plus petite.

S'il vous reste des doutes sur la vraie direction des rayons de cette aigrette, si vous soupçonnez que ce puisse être une matière qui entre dans la pointe plutôt qu'une matière qui en sort, vous ferez cesser vos incertitudes en faisant les épreuves suivantes.

IX. EXPÉRIENCE.

P R É P A R A T I O N .

Présentez à la pointe où paroît la petite aigrette, que d'autres appellent le point lumineux, une chandelle *G* (*fig. II*) nouvellement éteinte, de manière que le jet de fumée qui reste, passe à quelques lignes de distance vis-à-vis de cette même pointe.

E F F E T S .

En répétant plusieurs fois cette épreuve, vous remarquerez qu'une grande partie de la fumée est chassée en avant, comme s'il sortoit un

souffle de la pointe vis-à-vis de la-
 quelle on la fait passer.

XX.
 LEÇON.

Et véritablement il en sort un petit vent que l'on sent sur la peau de la main quand l'Électricité est un peu forte, & à peu près comme on l'éprouve avec un pareil conducteur qui tient son Électricité du verre.


X. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut ajuster à l'extrémité du conducteur des expériences précédentes, une pointe de métal *H* (*fig. II*), qui soit creuse, & au bout de laquelle il y ait un très-petit trou, de manière qu'une liqueur, par son poids, n'en puisse sortir que goutte à goutte ; on pourra la faire de fer-blanc, & la charger d'esprit-de-vin.

E F F E T S.

Lorsque le globe de soufre électrisera le conducteur & le tuyau pointu qui le termine, la liqueur, qui tomboit goutte à goutte auparavant, s'écoulera avec une accélération très-sensible, & par plusieurs petits jets continus & divergents qui

 représenteront une sorte d'aigrette;

XX.
LEÇON. Et si avec une chandelle allumée, on met le feu à l'esprit-de-vin, on verra la flamme qui en naîtra, se porter en avant comme celle d'une bougie que l'on souffle avec un chalumeau I (*fig. II.*)

R É F L E X I O N S.

Identité
des feux
électri-
ques
produits
par le
soufre,
& de
ceux qui
sont pro-
duits par
le verre.

LES dernières expériences que je viens de rapporter, & qui ont été vérifiées de la manière la plus authentique, prouvent, ce me semble, indubitablement, que, d'un conducteur électrisé par le soufre, il émane une matière fluide, capable d'impulsion & de s'enflammer; car elle se montre sous la forme d'aigrette lumineuse, & elle pousse en avant les liqueurs, la fumée, la flamme, les poussières, &c. Je dis que ce fluide est la matière électrique; & si l'on me le conteste, je demande qu'on m'apprenne donc ce que c'est que cette matière qui ne paroît que par l'électrisation, qui produit les phénomènes de l'électricité, & qui ne diffère point de celle que je vois aux conducteurs électrisés par le verre, d'où l'on convient qu'elle sort.

Fig. 9.



B



F



Fig. 10.

D



E

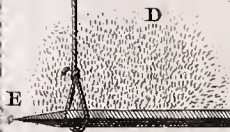


Fig. 11.



I

Globe de Verre



Globe de Soufre





Les aigrettes , dit - on , que fait paroître le soufre au bout de ses conducteurs , sont toujours bien plus petites que celles des même conducteurs électrisés par le verre.

XX.
LEÇON.

Cela est vrai ; mais qu'est-ce que cela fait à la nature de ces feux & à la direction de leurs mouvements ? La flamme d'une très-petite bougie differe-t-elle par essence de celle d'un gros flambeau ? La différence de leurs volumes met-elle quelqu'un en droit de le prétendre , non-plus que d'affurer que l'une se meut en sens contraire de l'autre ?

On m'allegue qu'il y a des raisons de convenance & d'analogie , qui menent à croire que les petits points de lumiere qu'on apperçoit à la pointe du conducteur électrisé par le soufre , sont produits uniquement par une matiere qui entre , & non point par une matiere qui sort.

Je ne connois point ces raisons sur lesquelles on prétend se fonder , ou si je les connois , je crois devoir les apprécier bien au-dessous de ce qu'on veut les faire valoir ; mais quelles qu'elles puissent être , ces

raisons de convenance & d'analogie peuvent-elles prévaloir contre des faits bien constatés & décisifs ? Quand je vois sortir la matiere électrique d'un corps , quand je m'en suis assuré par des preuves sans réplique , quand vingt témoins capables d'en juger , & qui n'ont point à désirer que cela soit ou ne soit point , m'assurent que je ne me suis point trompé , & qu'ils voient ce que j'ai vu , dois-je préférer à cette évidence l'opinion de deux ou trois hommes qui s'obstinent à dire que je suis dans l'erreur , parce que , disent-ils , ce que je soutiens ne peut quadrer avec l'idée qu'ils se sont faite de la vertu électrique ?

Je persiste donc à croire & à dire , d'après les expériences rapportées ci-dessus , que , de tous les corps sans exception qui sont électrisés soit par le verre , soit par des matieres résineuses , il sort des jets de matiere électrique , tantôt visibles , tantôt invisibles , qui se portent en avant , soit dans l'air qui les environne , soit dans les autres corps qui les avoisinent.

Et comme ces émanations se font voir

voir ou sentir de toutes parts autour des conducteurs , j'ajoute qu'elles débouchent en même temps par une infinité d'endroits , & qu'elles forment autour d'eux une atmosphère de rayons droits & animés d'un mouvement progressif ; mais quoique ces jets de matière effluente soient certainement en très-grand nombre , cependant je crois être en état de prouver la proposition suivante.

TROISIÈME PROPOSITION.

La matière qui sort des corps électrisés , n'occupe qu'une partie des pores de leur surface , ceux apparemment qui sont les plus ouverts & les plus propres à favoriser ses éruptions.

XI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Si l'on répète la 5^e expérience , non pas avec du son de farine ni avec du tabac rappé , mais avec de la poudre à poudrer les cheveux , que l'on aura tamisée ou fait tomber avec une houe sur le conducteur , on remarquera les effets suivants.

1° Dès que la barre de fer devient électrique , la plus grande partie de la poudre s'élève en l'air & se dissipe.

2° Mais il en reste sur la surface du fer électrisé une infinité de petites parties qui ne s'en vont point , quoique l'on continue de frotter le globe.

3° Cependant cette portion de poudre est de nature à être enlevée comme la première ; car si on la ramasse sur quelqu'endroit du conducteur , la plus grande quantité partira , & il en restera encore , dans ce même endroit , une portion qui ne sera pas enlevée. Comme les parcelles de poudre qui sont enlevées de dessus le conducteur , nous indiquent les endroits par où s'élance la matière électrique qui les chasse , celles qui restent , nous donnent à penser qu'elles reposent sur des places d'où il ne sort rien ; car toutes les parties de la poudre étant également mobiles , on doit croire que celles qui restent en repos , ne sont point en prise à la cause impulsive qui fait partir les autres. Or quoique les endroits dé-

couverts par les parties enlevées, soient en très-grand nombre, & fort près les uns des autres ; quand on considère la prodigieuse quantité de pores qui doivent être ouverts à la surface du fer, on conçoit aisément que la portion de poudre expulsée par les effluences de la matiere électrique, n'en pouvoit couvrir qu'une portion assez médiocre ; & il n'est pas vraisemblable que ce qui reste de cette poudre sur le conducteur, tandis que l'on continue de l'électrifier, ne repose précisément que sur des parties solides du fer, d'où l'on peut conclure légitimement, comme je l'ai énoncé dans la proposition, que la matiere électrique, en sortant des corps électrisés, n'occupe qu'une partie de leurs pores, qui n'est pas même la plus grande.

QUATRIEME PROPOSITION.

La matiere électrique sort du corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux.

On a pu remarquer dans les expé-

riences de la section précédente, que toutes les fois que la matiere électrique s'enflamme d'elle-même en sortant par les extrêmités ou par les angles d'un conducteur électrisé, & qu'elle devient par-là sensible à la vue, elle se présente toujours sous la forme de bouquets épanouis, ou d'aigrettes composées de rayons distincts, & qui vont en s'écartant de plus en plus les uns des autres. Mais on pourroit peut-être imaginer que les effluences de matiere électrique ne prennent cette forme qu'aux extrêmités ou aux angles des conducteurs où elles s'enflamment communément; & que, partout ailleurs, chaque émission n'est que d'un seul jet: il faut donc faire voir que la matiere électrique, de quelqu'endroit du conducteur qu'elle émane, soit qu'elle devienne lumineuse & apparente, soit qu'elle demeure invisible, se divise presque toujours en plusieurs rayons qui vont en s'écartant les uns des autres, comme ceux d'une aigrette.

XII. EXPÉRIENCE.

XX.
LEÇON,

PRÉPARATION.

Il faut électriser dans l'obscurité une barre de fer, sur toute la longueur de laquelle on aura parsemé des petites gouttes d'eau.

EFFETS.

En promenant la main d'un bout à l'autre du conducteur, & à quelques pouces de distance de sa surface, on verra sortir de toutes les gouttes d'eau autant d'aigrettes bien enflammées & bien épanouies, qui feront sur la peau l'impression d'un vent frais & humide. *Voyez les fig. 9 & 10.*

XIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Après avoir bien effuyé & séché la barre de fer de l'expérience précédente, que l'on arrange sur toute sa longueur plusieurs petits tas de son de farine, ou de cette rapure de bois qu'on met sur l'écriture.

E F F E T S.

XX.
LEÇON.

Dès que cette barre deviendra électrique, tout ce qui aura été mis dessus, sera enlevé comme dans la 5^e expérience ; mais ce qu'il faut bien remarquer dans celle-ci, c'est que les poudres forment toujours, en s'élevant, une espèce de gerbe qui indique visiblement que la matière invisible qui les chasse, s'épand de la même manière. *Voyez les fig. 9 & 10 aux lettres B, D.*

XIV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Au lieu des tas de poudres, que l'on mette, toujours sur la même barre, autant de petits vases qu'on voudra remplis d'eau, & percés par en bas, de manière que l'écoulement ne se fasse naturellement que goutte à goutte. Ces vases pourront être, si l'on veut, des coques d'œufs, suspendues comme *K* (fig. 9) & *L*, (fig. 10) au conducteur, avec des fils de fer, & auxquelles on aura adapté par en bas un bout de tube capillaire.

Aussi-tôt que le conducteur & ses petits vases deviendront électriques , on verra tous ces écoulements , qui n'alloient que goutte à goutte , s'accélérer , & chacun d'eux se diviser en plusieurs petits jets divergents , & formant entr'eux une aigrette d'eau.

Personne ne doutera que ces écoulements ne soient accélérés par l'impulsion de la matiere électrique qui sort avec l'eau par le tube capillaire , & qui augmente , par son mouvement précipité , l'effet du poids qui entraîne la liqueur ; mais , pour s'assurer que la division & l'épanouissement des petits jets sont encore l'ouvrage de la matiere électrique qui les enfile , on observera que chacun d'eux est électrisé ; car il se plie vers les corps non-isolés , & étincelle contre eux ; & l'on verra de plus , quand l'eau sera toute écoulée , la matiere électrique en forme d'aigrette au bout du tube où commençoit l'écoulement.

Ces écoulements d'eau électrisés ,

quand ils se font un peu en grand & dans l'obscurité , ont un effet admirable. Il faut suspendre au bout d'un conducteur , un de ces vases de fer-blanc terminés en pointe , dont on se sert pour arroser les planchers avant que de les balayer : si l'eau , en s'écoulant par son propre poids , ne forme qu'un jet de la grosseur d'une petite plume à écrire ; lorsqu'elle sera électrisée , elle se divisera en une infinité de jets divergents , tous électriques & capables d'étinceler ; & à l'endroit de leurs divisions , on verra briller huit ou dix aigrettes de matiere enflammée , arrangées autour de la colonne d'eau , & formant une espece de goupillon de lumiere. *Voyez mes Recherches sur la cause particuliere des phenomenes électriques , 5^e. Discours , p. 343 , Pl. I. (fig. I.)*



CINQUIEME PROPOSITION.

XX.
LEÇON.

Tous les corps qu'on électrise soit par frottement , soit par communication , reçoivent ou de l'air environnant , ou des autres corps voisins , une matiere tout-à-fait semblable à celle qu'ils lancent autour d'eux.

De tous ceux qui ont écrit sur l'électricité, il n'y a personne qui ne convienne avec moi que le soufre , la cire d'Espagne & les matieres résineuses , quand on les frotte , ne reçoivent la matiere électrique ou des corps voisins , ou de l'air ambiant ; mais quelques Auteurs soutiennent qu'il n'en est pas de même du verre , qui , selon eux , n'en reçoit uniquement que du corps qui le frotte , & nullement de l'air ni des autres substances qui l'approchent , isolées ou non ; c'est donc par des expériences faites avec du verre , que je dois préféablement prouver ma proposition , puisque c'est le seul point sur lequel il reste encore quelque contestation.

XV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Preuves
de la ma-
tière é-
lectrique
affluente
au verre
électri-
sé.

TANDIS qu'une personne non-islée électrise un globe de verre avec ses mains, si l'on présente vers l'équateur de ce globe, à cinq ou six lignes de distance de sa surface, tel corps que l'on voudra, comme *A* ou *B* (*fig. 12.*) pourvu qu'il ne soit pas de ceux qui ne s'électrifient que par frottement, on voit infailliblement les effets suivants.

E F F E T S.

1° On voit entre le corps que l'on présente & la surface du verre, des petites gerbes ou des franges d'une matière enflammée.

2° Les rayons qui composent ces feux, sont animés d'un mouvement progressif & si rapide, qu'il est souvent accompagné d'un petit bruissement.

3° Ces feux sont plus serrés, plus animés, plus forts du côté du corps qu'on présente au verre, & vont toujours en se raréfiant & s'affoiblissant, à mesure qu'ils approchent de celui-ci.

Ces effets bien considérés & revus mille & mille fois depuis trente ans que j'électrise , me font dire avec confiance que ces franges ou aigrettes lumineuses sont des courants de matiere électrique qui coulent de ces corps que l'on présente vers le globe que l'on frotte : cela me paroît d'une telle évidence , que je m'en rapporterois volontiers aux yeux de tous ceux qui en voudront juger par eux-mêmes en se faisant représenter l'expérience que je viens de citer : mais le fait dont il s'agit ici est contraire à un système d'Electricité , que quelques personnes s'efforcent encore de soutenir ; on me le nie sans façon , en assurant que les franges lumineuses de notre expérience ont une direction toute opposée à celle que je leur attribue , & qu'elles sont uniquement composées de la matiere électrique qui sort du globe , pour se jeter dans les corps que l'on met à sa portée.

Que puis-je faire de mieux en faveur du Lecteur qui ne sera point

à portée d'examiner les effets par lui-même , que d'opposer à la prétention de deux personnes qui ne font point de mon avis , le témoignage unanime de tous les Auteurs qui se font le plus distingués dans cette partie de la Physique ? c'est une maxime reçue parmi nous , que les raisons valent mieux que des autorités ; mais les autorités sont des raisons quand il s'agit de faits à vérifier.

M. Wilson , dans un Ouvrage imprimé en Anglois en 1746 , après avoir expliqué quelques phénomènes électriques , continue ainsi , suivant une Traduction que je tiens d'une main non-suspecte : » On expliquera de la même manière , une » autre expérience faite dans une » chambre obscure ; savoir , *la lumière* » *divergente qui sort d'un corps non-* » *électrique , tendant au globe de verre* » *qu'on électrise.* «

M. Waitz , dans sa dissertation qui a remporté le prix de Berlin en 1745 : » Si l'on fait tourner rapidement , dit-il , un globe de verre ou de » porcelaine , & qu'on le frotte avec

» un couffin , il s'électrifiera ; & alors ,
 » si l'on approche de sa surface , le doigt ,
 » ou un morceau de métal , on verra
 » sortir de ces corps plusieurs ruisseaux
 » de feu qui feront entendre une sorte de
 » sifflement. « Trad. de l'Allemand.

XX.
 LEÇON.

Dans un ouvrage de M. Winkler ,
 imprimé à Leypsik en 1746 , & in-
 titulé : *De la vertu électrique de l'eau*
électrisée dans des vases de verre , on lit
 ce qui suit : » Quand on approche le
 » bout du doigt , ou un morceau de
 » métal , d'un vaisseau de verre , plein
 » d'eau qu'on électrise , on voit
 » même pendant le jour , une lumière
 » qui s'écoule de ces corps. «

M. Watfon , dans le Mémoire qui
 a pour titre : *Suite des expériences &*
observations , pour servir à l'explication
de la nature & des propriétés de l'Elec-
tricité , s'exprime ainsi : » Le courant
 » de matiere électrique , qui va des
 » corps non-électrisés à ceux qui le sont ,
 » devient sensible au tact ; on le sent
 » comme le souffle d'un vent frais. «

M. Boze , dans son 3^e Mémoire
 intitulé : *De Electricitate inflammante &*
beatificante , imprimé en 1744 , parle
 en ces termes : » *Globus à contra*

» *cuspidibus manus tangitur ; ibi in loco*
 » *obscuro attentè adhibeas oculos ; vi-*
 » *debis , non totam digitorum lucere*
 » *extremitatem quæ immédiatè à globo*
 » *raditur , sed esse fluxum punctulorum ,*
 » *filorum quasi subtilium decem , viginti*
 » *in cute orientium. «*

Voici de quelle maniere s'exprimoit le feu P. Gordon dans ses *Eléments de Physique expérimentale* , p. 252 : *Si digitus aut aliud corpus propius accedat corpori giranti , è corpore illo admoto lux versùs corpus electricum quasi erumpere & cum stridore & sibilo in illud ferri observatur.*

Dans une *Dissertation* du P. Beraud , couronnée par l'Académie de Bordeaux en 1748 , on lit ces paroles : » Si on électrise fortement » un globe de verre , & qu'on ap- » proche de ce globe , à la distance » de trois ou quatre lignes , un mor- » ceau de métal , le bout du doigt » &c. , on voit aussi-tôt jaillir de ces » corps , des traits de flamme , par la » raison que j'ai dite dans l'article » précédent. «

Le feu P. Garo , Minime & Professeur de Physique expérimentale à

Turin, dans une Lettre imprimée en 1753, représentoit ceci au P. Baccaria des Ecoles pies, & son Successeur : » Essendo al bujo accosterete » un dito al vetro stropicciato, chiaramente vedrete la lucente elettrica materia portarsi continuamente dall' vostro dito al vetro. «

XX.
LEÇON.

Il parut à Venise, en 1746, un Ouvrage anonyme, mais de bonne main, intitulé : *dell Ellettricismo*. On y lit, p. 310 : » Se dunque ad una » palladi vetro che si fa girare dalla » machina, quando s'avvicina un » dito, esce prima adessa una colonna » di luce che s'alza colla punta d'alla » superficie della palla, per toccar » la colonna lucente che gli vien in » contro, &c. «

A toutes ces citations qui n'ont pas besoin de commentaires, puisqu'elles contiennent formellement l'énoncé de ma proposition par rapport au verre électrisé, je pourrois joindre les témoignages de MM. Hauxbée, Jallabert, du Tour, le Cat, de Romas, &c. ; mais je m'en abstiens pour abrégé, & je finis par un certificat qui fera connoître que j'ai pris toutes les

précautions que j'ai pu imaginer ;
pour ne me point tromper sur le fait
que je soutiens ici.

*Extrait des Registres de l'Académie
Royale des Sciences.*

Du 23 août 1752.

» M. l'Abbé Nollet ayant demandé
» des Commissaires pour être témoins
» de plusieurs expériences qu'il avoit
» faites concernant l'Electricité , l'A-
» cadémie nomma MM. Bouguet , de
» Montigny , de Courtivron, Dalem-
» bert & Leroy , qui ayant été pré-
» sents aux expériences contenues au
» Journal qu'il en a lu , attesterent
» unanimement que les résultats leur
» avoient paru tels que M. l'Abbé
» Nollet les a énoncés ; en foi de
» quoi j'ai signé le présent certificat ,
» après avoir paraphé le Journal dont
» il s'agit. A Paris le 2 septembre
» 1752. «

*Signé GRANDJEAN DE FOUCHY ;
Secrétaire perpétuel de l'Académie
Royale des Sciences.*

Or le Journal dont il s'agit dans ce
Certificat , est celui qui est imprimé

à la fin du prem. volume de mes Lettres
 sur l'Electricité ; voici ce que con-
 tient l'article 21. » Un homme s'élec-
 » trisa sur un gâteau de résine , en
 » tenant dans sa main la bouteille
 » de Leyde , tandis qu'on tiroit des
 » étincelles de son crochet : cet
 » homme , en cet état , présenta ses
 » doigts à un demi-pouce près du
 » globe de verre que l'on frottoit ,
 » & l'on en vit couler des jets de feu
 » continus , comme il arrive à ceux qui ne
 » sont point électrisés. «

En concluant de toutes ces preuves ,
 que le verre & en général tous les
 corps électrisés par frottement , re-
 çoivent la matiere électrique de tous
 les autres corps qui sont près d'eux ,
 il ne faut point oublier la restriction
 que j'ai mise à ma proposition , en
 excluant toutes les substances qui
 ne sont pas propres à être conduc-
 teurs ; en effet , le verre , le soufre ,
 la cire d'Espagne , les résines &c.
 quand on les présente au globe ou
 au tube électrisé , ne font voir que
 peu ou point du tout de ces feux
 dont nous avons fait mention dans
 les résultats de la dernière expérience ,

XX.
LEÇON. & ils n'en produisent pas davantage quand on les met vis-à-vis des conducteurs isolés que l'on électrise.

XVI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut répéter ici la 4^e expérience du 3^e article de la section précédente, dont l'appareil est représenté par la fig. 5^e, & observer de nouveau tous les résultats dont j'ai fait mention, avec quelques circonstances que je vais y ajouter.

E F F E T S.

1^o La matière électrique qui sort du doigt de la personne non-isolée, s'annonce d'une manière non-équivoque par le petit souffle qui se fait sentir à la main de la personne qu'on électrise.

2^o Par les rayons de matière lumineuse qu'on voit sortir de ce même doigt, & qui deviennent souvent assez forts & assez alongés pour former une aigrette.

3^o Par les traits de feu qu'il lance en avant, quand il est à une certaine

proximité de la main électrisée. Et ~~si l'on a peine à décider duquel des~~ XX.
LEÇON.
deux corps vient le trait de feu , à cause de sa prompte éruption , on pourra substituer au doigt non-isolé une pointe de métal un peu fine ; par ce moyen , l'étincelle sera plus petite , mais on la verra très-distinctement partir de la pointe.

4° Par l'inflammation de l'esprit de vin ; car si l'on imaginoit que le doigt non-isolé ne contribue en rien à cet effet , qu'il ne fournit rien du feu qui éclate , on pourroit aisément se détromper , en lui substituant un bâton de cire d'Espagne , qui certainement n'enflammera pas la liqueur comme lui.

5° Par l'odeur de phosphore que le corps non-isolé répand quelquefois , lorsque la vertu électrique est excitée à un certain degré ; car cette odeur ressemble parfaitement à celle des aigrettes qui partent des conducteurs qu'on électrise.

6° Enfin , au lieu du doigt d'un homme non-isolé , on peut présenter à la main électrisée tel corps que l'on voudra , pourvu qu'il soit de la classe

XX.
LEÇON. de ceux qu'on appelle *Conducteurs* ; parce qu'ils s'électrifient mieux par communication que par frottement : & l'on obtiendra de même tous les effets dont je viens de faire mention , avec la seule différence du plus ou moins , les uns étant plus ou moins propres que les autres à fournir la matiere électrique au corps isolé , sur lequel on fait agir le globe.

O B S E R V A T I O N S.

Lorsque la matiere électrique se rend sensible comme dans l'expérience que je viens de rapporter , on peut juger immédiatement de son existence & de ses mouvements : mais quand elle n'est ni assez abondante ni assez animée pour se faire sentir par elle-même , c'est dans ses effets que nous devons l'étudier. Nous voyons des écoulements lumineux aux extrêmités, aux pointes, ou aux angles d'une barre de fer qu'on électrise , & nous concluons en toute sûreté que la matiere électrique sort & se dissipe par-là. Nous voulons savoir ensuite si cette barre électrisée n'auroit point aux autres en-

droits de sa surface , des émanations de cette même matiere , mais moins animées , & que nos yeux ne peuvent appercevoir ; & d'une voix unanime , nous décidons qu'il y en a , parce que tous les corps légers qu'on place dessus , sont enlevés dans l'instant même qu'elle devient électrique.

XX.
LEÇON.

Or, quand je vois de pareils corps se précipiter de toutes parts , sur cette même barre , tandis que l'on continue de l'électrifier , ne puis-je pas dire avec autant de raison , qu'ils me déclarent la présence & l'action d'une matiere invisible qui vient des corps voisins ou de l'air ambiant , à la barre de fer électrisée ; sur-tout quand je fais d'ailleurs que tous ces corps qui avoisinent celui qu'on électrise , étant rapprochés davantage , lui lancent d'une maniere très-apparente des torrents de matiere électrique ?

Et comme ces attractions apparentes , ou plutôt ces appulsions des corps légers au corps électrisé , se font en toutes sortes de sens , nous avons tout lieu de penser que cette matiere invisible qui vient de toutes parts au corps électrisé , au travers

de l'air qui l'entoure , forme autour de lui une infinité de rayons convergents dont il est comme le terme commun.

SIXIEME PROPOSITION.

Tout corps électrisé par frottement , ou tout conducteur isolé qu'on électrise , a autour de lui une atmosphère de ce fluide qu'on nomme matière électrique , dont les rayons animés d'un mouvement progressif , vont en deux sens opposés , les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs , les autres venant à lui , de l'air ou des autres corps qui sont autour de lui.

Cette proposition a deux membres que j'ai déjà prouvés l'un après l'autre ; j'ai fait voir d'une part , que la matière électrique sort du corps qu'on électrise , en forme de rayons divergents , & que ces effluences ou émanations continuent autant de temps que dure l'Électricité ; d'un autre côté , j'ai établi par des expériences concluantes , que l'air & les autres substances qui sont aux environs & à une certaine proximité ,

fournissent à ce même corps une matière semblable à celle qu'il perd, & que cet effet commence & cesse avec la vertu électrique; mais ce que j'ai spécialement en vue présentement, c'est de faire voir, par des preuves & par des raisons incontestables, la simultanéité de ces deux effets, laquelle est de la plus grande importance dans cette matière, & que j'ai peine à faire goûter à des gens prévenus pour certains systèmes qui ne peuvent quadrer avec ce fait.

XX.
LEÇON.

XVII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISÉZ bien un tube de verre & un barre de fer isolée convenablement; présentez sous l'un & sous l'autre des fragments de feuilles d'or ou de cuivre, placés sur une table de bois bien unie & bien essuyée, comme dans la 1^{re} expérience, & examinez bien attentivement comment se font les attractions & répulsions.

Preuves de la simultanéité des deux courants de matière électrique.

E F F E T S.

En répétant cette expérience

XX.
LEÇON. plusieurs fois & en différents temps ; vous reconnoîtrez infailliblement que le même côté & les mêmes endroits du corps électrisé attirent & repoussent en même temps , je ne dis pas le même corpuscule , cela implique contradiction , mais plusieurs d'entr'eux placés à côté les uns des autres , de maniere que vous verrez descendre les uns , tandis que les autres monteront au tube ou à la barre de fer.

Si ces petits corps se meuvent en vertu de la matiere électrique qui les pousse , il faut bien que cette matiere se meuve elle-même en deux sens opposés , puisqu'elle fait monter les uns & descendre les autres ; & ces mouvements contraires ayant lieu en même temps ; on doit convenir que les deux portions de matiere électrique qui les produisent , agissent en même temps avec des directions opposées.

XVIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Laissez tomber sur un tube de verre électrisé , une petite feuille de métal ;

métal , ou un duvet de plume , & attendez que ce petit corps soit repoussé en l'air & y demeure flottant au-dessus du tube , comme dans la seconde expérience du 3^e article de la première section.

E F F E T S.

Pendant tout le temps que le tube , par sa répulsion , soutiendra la petite feuille de métal à plus d'un pied de distance au-dessus de lui , ce même tube ne cessera d'attirer d'autres corps à quelque endroit de sa surface que vous les présentiez. Voyez la *fig.* 13.

Voilà donc encore des attractions & des répulsions simultanées , qui indiquent clairement que la matière électrique agit en même temps en deux sens opposés autour du même corps électrisé.

XIX. EXPÉRIENCE.

P R É P A R A T I O N.

Répétez la 4^e & la 5^e expérience de cette section , & présentez tel corps que vous voudrez & à quelque

endroit que ce soit de la barre de fer qui sert de conducteur.

E F F E T S.

Vous observerez qu'il y aura attraction par-tout, tandis que la liqueur ou le son de farine sera enlevé. (*fig. 14.*)

Remarquez de plus que les parties les plus menues du son, qui restent comme fixées sur la barre de fer, ont bien l'air d'y être retenues par des filets de matière électrique affluente, qui percent ces petits corps pour rentrer dans le fer; car il n'est guère possible d'imaginer qu'ils reposent tous sur des parties solides du métal, & qu'il n'y en ait pas un grand nombre à l'embouchure de ses pores.

XX. EXPÉRIENCE.

P R É P A R A T I O N.

Préparez cette expérience comme la 14^e, & qu'une personne non-isolée prenant en sa main un petit vase plein d'eau, & garni tout autour de petits tubes, par lesquels la liqueur s'écoule goutte à goutte, le présente successivement à tous ceux

EXPÉRIMENTALE. 379
qui sont électrisés sur le conducteur.

XX.

LEÇON.

E F F E T S.

Vous verrez , 1^o que l'écoulement du petit vaisseau non-isolé *C*, (*fig.* 15) s'accélérera & se divisera en plusieurs petits jets divergents , comme ceux qui tiennent au conducteur.

2^o Vous remarquerez que cet effet n'a lieu que pour les écoulements qui se font vis-à-vis des corps électrisés ; & que les autres , quoique venant du même vaisseau , continuent de se faire goutte à goutte.

Puisque l'on attribue l'accélération des écoulements électrisés aux émanations précipitées de la matière électrique , on est également fondé à dire que ceux qui s'accélèrent de même vis-à-vis d'un conducteur qu'on électrise , doivent cette augmentation de mouvement à une cause semblable ; & l'on peut s'en assurer encore en examinant , dans un lieu privé de lumière , le bout du tube par où se fait l'écoulement : on y voit ordinairement un point lumineux qui indique assez clairement l'éruption de la matière électrique.

XXI. EXPÉRIENCE.

XX.
LEÇON.

Il faut isoler dans une situation horizontale , un tuyau de fer-blanc ou de carton couvert de papier doré , qui ait 3 ou 4 pouces de diametre , ou davantage si l'on veut , & environ 6 pieds de longueur ; que l'on attache sur toute la surface extérieure de ce tuyau , des petites houppes de filasse ou de fil très fin , en si grand nombre qu'on voudra , & longues de 4 à 5 pouces ; que l'on fasse passer ce conducteur ainsi préparé par le centre d'un cercle de fer non isolé , de 2 pieds ou environ de diametre , & garni dans toute sa circonférence de houppes semblables à celles dont je viens de parler , & espacées de trois en trois pouces.

E F F E T S.

Si l'on électrise alors le tuyau , on verra , 1^o toutes ces houppes se dresser autour de lui & sur toute sa longueur , & former autant d'aigrettes épanouies & semblables par la figure , à celles que nous fait voir ordinairement la matiere électrique , quand elle devient lumineuse.

2° En même temps , toutes les houppes du cercle de fer se dirigeront vers le tuyau électrisé , comme vers leur centre commun. Voyez la *fig.* 16.

XX.
LEÇON.

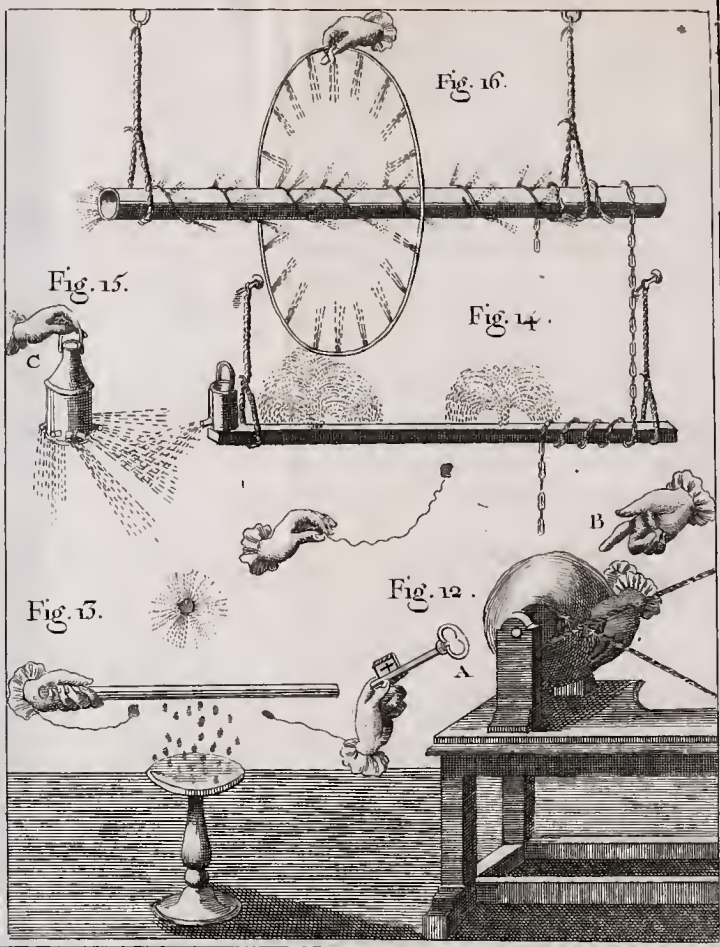
Ces deux effets auront toujours lieu , quoiqu'on fasse changer de place au cercle , en le faisant aller & venir suivant toute la longueur du tuyau.

3° Et si quelqu'un se donne la peine de multiplier les cercles , & d'en établir tel nombre qu'il voudra , d'un bout à l'autre du tuyau-conducteur , il verra faire à chacun d'eux en même temps ce que je viens de dire d'un seul.

Si les attractions apparentes & les répulsions par lesquelles on voit toutes ces houppes de part & d'autre se diriger les unes vers le tuyau , les autres vers le cercle , sont des indices suffisants d'une matière invisible qui les entraîne , il faut convenir , à l'inspection de ces effets , que cette matière est partagée en deux courants qui se meuvent en même temps en sens contraires ; je dis en même temps , car si elle ne faisoit que sortir du conducteur pour y rentrer , les

XX.
LEÇON. houppes ou les filaments qu'elle dirige en les enfilant, se ressentiroient nécessairement de ces allées & de ces retours ; nous les verrions alternativement se dresser dans un sens & dans l'autre ; leur tendance ne seroit pas constante comme elle l'est.

Le tableau que forment les houppes du cercle avec celles du tuyau électrisé représente assez bien aux yeux l'idée que je me suis faite des athmosphères électriques : après avoir bien réfléchi sur les phénomènes, je crois qu'elles sont composées de rayons dirigés en sens contraires, & que chacun d'eux est véritablement animé d'un mouvement de translation, comme un jet de liqueur qu'on fait sortir avec précipitation par un trou fort étroit, ou qui traverse un milieu assez perméable pour le laisser jouir d'une grande vitesse : car je ne puis croire que ces athmosphères ressemblent, comme quelques Auteurs nous l'assurent, à des vapeurs accumulées ; cette façon de les concevoir me paroît absolument incompatible avec tout ce que l'expérience nous met sous les yeux ; j'en





EXPÉRIMENTALE. 383
dirai quelque chose de plus dans la
III^e section.

XX.
LEÇON.

XXII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Électrisez, avec un globe de verre ,
une verge de fer isolée , dont le bout
le plus reculé du globe soit terminé
en pointe , & qu'une personne non-
isolée présente une autre pointe de
métal à celle qu'on électrise.

E F F E T S.

Si l'expérience se fait dans un lieu
obscur , on voit à chacune des deux
pointes une aigrette lumineuse :
& ces deux especes de cônes de
lumiere se joignent par leurs bases ,
quand on les approche assez près
l'un de l'autre. *F* , (*fig. 9.*)

OBSERVATIONS.

Personne ne conteste que l'aigrette
qu'on apperçoit à la pointe du
conducteur isolé ne soit un véritable
écoulement de la matiere élec-
trique , qui se porte du dedans au
dehors ; mais quoique le feu de l'autre
pointe soit de la même forme ,
composé de rayons semblables , & ani-

XX.
LEÇON. mé d'un mouvement progressif en avant , assez sensible , parce qu'il est ordinairement plus petit , il y a quelques Auteurs électrisants qui se persuadent , & qui veulent persuader aux autres , que ce n'est point une aigrette semblable à l'autre ; ou que si c'en est une , elle est uniquement composée de rayons convergents à la pointe , & qu'au lieu d'en sortir , ils ne font que s'y précipiter.

Contes-
tation
sur l'ai-
grette de
la pointe
non-iso-
lée de
l'expé-
rience
précé-
dente.

Faits &
raison-
nements
qui
prou-
vent que
ce feu
est une
matière
affluente
au con-
ducteur.

Mais pour se convaincre du peu de fondement de cette prétention , on n'a qu'à examiner ce petit feu avec un verre lenticulaire , si les yeux seuls ne suffisent pas , & l'on verra distinctement que les rayons de cette petite aigrette se portent en avant , & qu'ils vont à la rencontre de ceux qui viennent de la pointe électrisée.

Et si cette observation ne suffisoit point encore , on dissiperoit entièrement ses doutes , en exposant devant la pointe non-isolée la flamme ou la fumée d'une petite bougie , qui ne manqueroit pas d'être soufflée en avant par la matière électrique qui produit l'aigrette dont il est ici question. Une pointe creuse & chargée

gée de quelque liqueur , prouvera encore d'une manière incontestable ce que je soutiens ici.

Alléguer qu'en pareil cas , la fumée , la flamme , les liqueurs sont portées en avant par l'air agité , sans dire comment cela peut arriver ; ou que ce qui produit ces effets est un fluide inconnu qui sort de la même pointe en même temps que la matière électrique y entre , c'est opposer à l'évidence des fictions obscures qui n'ont point de vraisemblance , & qui ne peuvent être goûtées que par des gens prévenus pour quelque système.

Au reste , si c'est une chose reconnue de tout le monde , que les feux électriques qui paroissent aux pointes , sont d'autant moins marqués que ces pointes sont plus fines , quand nous voulons bien sincèrement ne nous point tromper , ni tromper les autres sur la nature , la forme & les mouvements de ces feux , pourquoi faire nos épreuves de préférence avec les corps qui nous les rendent comme imperceptibles ? que ne rendons-nous ces pointes plus

grosses & plus mouffes ? que ne mettons-nous , en présence l'un de l'autre , le doigt d'un homme non-isolé , & celui d'un autre homme qu'on électrise ? Or il est certain que si l'on fait l'expérience de cette maniere , on n'aura pas besoin de verre qui grossisse les objets , pour appercevoir quelle direction tiennent les feux de part & d'autre ; la grandeur de leurs rayons , leurs éruptions intermittentes , le vent qu'ils feront sentir , ne laisseront sur cela aucune équivoque.

Mais quand on s'obstineroit à n'employer que des pointes très-fines , & que par-là on parviendroit à rendre le feu électrique si petit qu'on ne pût pas juger s'il entre ou s'il sort de celle qui n'est point isolée , que gagneroit-on par-là contre moi ? Rien , sinon que de pareilles pointes ne sont pas propres à prouver ni pour ni contre la proposition générale par laquelle je dis que tout corps électrisable par communication , mais non-isolé , fournit de la matiere électrique au corps isolé qu'on électrise : l'indécision des pointes ne tireroit jamais à consé-

quence contre les autres corps dont les effets sont visibles & hors de contestation ; au contraire , la généralité & l'évidence de ceux-ci nous autoriseroit à présumer d'elles des phénomènes semblables , s'ils pouvoient devenir assez sensibles.

SEPTIEME PROPOSITION.

La matiere électrique qui sort d'un conducteur isolé par toutes les parties de sa surface qui n'aboutissent point au globe , vient au moins en partie & immédiatement de ce globe , & du corps qui le frotte.

XXIII. EXPÉRIENCE.

Qu'on électrise de suite , & autant de temps qu'on voudra , un conducteur quelconque , isolé convenablement.

E F F E T S.

On ne voit point tarir les émanations électriques : elles durent au moins autant que le frottement du globe qui les fait naître. J'aurai oc-

casion par la suite de citer des expériences dans lesquelles ces effets ont été soutenus pendant 5 à 6 heures sans interruption & sans diminution sensible des effluences électriques.

XXIV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Frottez un globe ou un tube de verre dans un temps convenable à l'Electricité, & laissez-le isolé pendant un quart-d'heure, & même davantage : après cela approchez-le d'un homme ou d'une verge de fer en état de recevoir la vertu électrique.

E F F E T S.

En procédant ainsi, vous électriserez infailliblement le conducteur, & il en donnera des marques par des effluences sensibles de matière électrique : il repoussera, par exemple, les corps légers que vous placerez sur lui ; & s'il y a quelques parties pointues à sa surface, il en sortira des aigrettes lumineuses.

PRÉPARATION.

Il faut électriser plusieurs fois de suite le même conducteur avec le même globe , & faire durer également l'électrification pour chaque expérience ; mais dans les unes , il faut faire frotter le globe par un homme isolé ; & dans les autres , par le même homme communiquant avec le plancher , & avec tous les autres corps.

EFFETS.

Vous remarquerez constamment que dans le dernier cas l'Électricité est bien plus forte & plus durable que dans le premier : dans celui-ci , les émanations électriques du conducteur sont languissantes , & vont en s'affoiblissant de plus en plus ; dans l'autre , elles sont bien plus marquées , & se soutiennent autant de temps que dure l'électrification.

OBSERVATIONS.

Des expériences que je viens de rapporter il résulte trois choses , 1^o

390 LEÇONS DE PHYSIQUE

XX.
LEÇON.

que les émanations électriques du conducteur isolé ne viennent point de son propre fonds , puisqu'il ne s'épuise point par ces écoulements , quelque temps qu'on les fasse durer ; 2° que le corps électrisé par frottement , est en état par lui-même d'animer & d'entretenir , du moins pendant un certain temps , les effluences électriques , puisque séparé du corps qui l'a frotté , il est en état tout seul de produire cet effet ; 3° que le couffin ou le corps qui frotte fournit une bonne partie de cette matière qui s'écoule par le conducteur isolé , puisque les émanations de celui-ci sont moins abondantes , & moins durables avec un frottoir isolé qu'avec ce même corps lorsqu'il fait partie d'une plus grande masse & l'on a vu dans le 2^e Article de la 1^{re} Section , que les meilleurs frottoirs sont ceux qu'on fait avec des substances les plus capables de fournir la matière électrique , soit qu'ils en contiennent davantage , soit qu'ils la transmettent plus facilement.

Mais le globe , ni le corps qui le

frotte , ne fournissent point de leur propre fond toute cette matiere qui passe par le conducteur isolé pour se répandre au dehors ; ils la tiennent eux-mêmes ou de l'air qui les environne , ou des autres corps qui sont capables & à portée de leur en fournir ; cela s'apperçoit aisément par les attractions apparentes que l'un & l'autre exercent sur tout ce qu'il y a autour d'eux d'assez léger pour se laisser entraîner ; les duvets de plume , les feuilles de métal , les boulettes de coton , se précipitent sur le globe , & sur le coussin qui le frotte , pourvu que celui-ci soit isolé ; & s'il ne l'est pas , il sert de canal à la matiere électrique qu'il tire des corps avec lesquels il communique ; & il la rend visiblement sous la forme d'aigrettes , par celles de ses parties qui ne touchent pas tout-à-fait au verre frotté : c'est une observation que chacun peut faire en frottant le globe dans un lieu privé de lumiere ; il verra souvent ces feux électriques s'élancer du bout de ses doigts vers le globe , s'il le frotte avec la paume de sa main.

La matiere électrique effluente du conducteur isolé , vient donc immédiatement du globe & du couffin qui le frotte , & originairement de l'air qui les touche ou des autres substances qui sont à portée de la leur fournir , comme je l'ai avancé & prouvé ; mais que devient celle qui est affluente à ce même conducteur , celle qui se rend à lui de toutes parts , & qui ne cesse d'y arriver pendant tout le temps que l'on soutient l'électrification ? car il faut que cette matiere passe au-dehors du conducteur après y être entrée , sans quoi il en regorgeroit à la fin , & il ne pourroit plus en recevoir ; ce qui n'arrive jamais. Voici la Réponse à cette question.



HUITIEME PROPOSITION.

XX.

LEÇON.

La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur isolé, & que j'ai nommée matiere affluente, ou affluences électriques, se rend aussi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus.

XXVI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Observez attentivement la frange lumineuse qui paroît toujours à l'extrémité du conducteur isolé, qui aboutit au globe : il faut, pour bien faire, que le conducteur soit une barre de fer de 5 à 6 pieds de longueur, & un peu platte par le bout qui répond au globe ; ou que ce soit un homme qui présente le bout de ses doigts à 7 ou 8 lignes au-dessus de la surface du verre, & à 2 ou 3 pouces de distance du frottoir ; le globe tournant de maniere que les parties frottées passent par la voie la plus courte au conducteur : il est à propos aussi que cette expérience se fasse dans un lieu bien obscur.

Vous verrez que la frange lumineuse ; dont il est ici question , est un véritable écoulement de matiere électrique qui se porte au globe : tous ceux qui n'ont point épousé de systême incompatible avec ce fait , l'ont vu & rendu tel que je viens de l'énoncer ; mais quoiqu'il soit de la plus grande évidence , j'ai été obligé de prendre quelques précautions pour empêcher qu'on ne l'obscurcît, & qu'on ne le rendît douteux pour ceux qui ne seroient point à portée de le voir par eux mêmes : voici un Extrait des Registres de l'Académie des Sciences qui fera voir qu'il a été duement vérifié.

» M. l'Abbé Nollet ayant deman-
» dé des Commissaires pour être té-
» moins de plusieurs expériences con-
» cernant l'Electricité , l'Académie
» nomma MM. Deparcieux , Fougé-
» roux , Bezout , Tillet & Briffon ,
» qui ont attesté unanimement que
» les résultats de ces expériences ,
» auxquelles ils ont assisté , étoient
» tels que M. l'Abbé Nollet les a
» énoncés dans le mémoire qu'il a

» lu à l'Académie ; en foi de quoi j'ai
 » signé le présent certificat. A Paris
 » ce 19 Avril 1760. «

XX.
 LÉÇON.

*Signé GRANDJEAN DE FOUCHY,
 Secrétaire perpétuel de l'Académie
 Royale des Sciences.*

Or le Mémoire dont il est fait mention dans le certificat , est imprimé tout au long à la fin du second volume de mes Lettres sur l'Electricité , avec approbation de l'Académie ; & on y lit , à l'article 16 , ce qui suit :

» On prit pour conducteur une
 » barre de fer quarrée de 6 pieds
 » de longueur , & dont chaque face
 » avoit environ 8 lignes de largeur :
 » on fit aboutir une de ses extrémités
 » à un demi-pouce de la surface du
 » globe , un peu au-dessus de l'endroit
 » où l'on appliquoit la main pour le
 » frotter : le fer étant électrisé , on
 » en vit sortir des filets de matiere
 » lumineuse , qui se dirigeoient vers
 » la surface du verre , comme les fran-
 » ges de l'exp. 14^e (a) , & en même
 (a) L'expérience 14 du même Mémoire.

» temps l'on vit briller à l'autre
 » bout deux aigrettes bien épa-
 » nouies , qui se faisoient sentir
 » comme un souffle sur la peau , &
 » qui pouffoient en avant la flamme
 » d'une bougie jusqu'à l'éteindre.

» Cette expérience répétée avec
 » des bâtons de bois verd , avec des
 » cordes de chanvre mouillées , &
 » généralement en prenant pour con-
 » ducteurs , toutes substances élec-
 » trisables par communication , a
 » toujours montré les mêmes effets , à
 » la différence près du plus au moins. «

On m'objectera sans doute ce que
 j'ai énoncé dans la 7^e proposition ;
 savoir , que la matiere électrique vient
 du globe au conducteur ; & l'on insis-
 tera , en disant que le conducteur
 n'étant à portée du globe , que par
 cette extrémité même où l'on apper-
 çoit la frange lumineuse , il faut bien
 que ce feu soit une matiere qui passe
 du globe au conducteur , & non pas ,
 comme je le prétends , du conducteur
 au globe.

Eclair- Cette objection est spécieuse ;
 cisse- mais , dans le fond , elle n'est d'au-
 ment. cune conséquence contre moi 2

jusqu'à ce qu'on m'ait prouvé qu'il ne peut y avoir qu'un seul courant de matiere électrique entre le globe & le bout du conducteur qui se présente à lui ; car s'il est possible qu'il y en ait deux : je ne nierai pas qu'il n'y en ait un qui passe invisiblement du globe à la barre de fer , parce qu'il y a des raisons pour le croire ; mais je soutiendrai l'existence de celui qui vient du fer au globe , parce que je le vois distinctement , & que tout le monde , à deux ou trois personnes près , le voit comme moi.

Il faut donc considérer la barre de fer électrisée , ou tout autre conducteur isolé , comme le canal commun de deux courants de matiere électrique , l'un venant du globe , & qui fournit toutes ces effluences tant visibles qu'invisibles dont j'ai prouvé l'existence ; l'autre , venant de l'air extérieur & des autres corps environnants , & qui débouche du côté du globe sous la forme de frange ou d'aigrette lumineuse.

Quand une fois il est prouvé que les effluences & affluences électriques exercent leurs mouvements dans la

masse d'air qui entoure le globe , pourquoi la même chose ne se passeroit-elle pas dans une barre de fer , s'il est constaté d'ailleurs que le métal , quoique très-compact , est cependant , pour la matière électrique , un milieu plus perméable que la colonne d'air dont il tient la place ?

XXVII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Laissez en place la barre de fer de l'expérience précédente , pour servir de conducteur , & faites frotter le globe de verre par un homme isolé.

E F F E T S.

Cet homme qui frotte le globe , devient électrique comme un conducteur ordinaire , & en donne des signes par toutes les parties de son corps ; il attire & repousse les corps légers ; il paroît une petite aigrette lumineuse à la pointe de son épée , s'il en a une ; les corps non-isolés tirent de lui des étincelles ; ses cheveux ou ceux de sa perruque deviennent divergents , &c.

Tous ces effets sont des indices très-certains d'une matiere qui sort de cet homme, & qui s'exhale dans l'air dont il est environné ; & ce qui prouve bien que cette matiere vient en grande partie de la barre de fer isolée , c'est que plus cette barre a de volume , plus l'Electricité du corps frottant devient sensible.

Elle le devient encore davantage , quand le conducteur cesse d'être isolé , quand il communique avec de grandes masses , plus capables que l'air de lui fournir le fluide qu'il doit transmettre au globe : de sorte que l'on peut prendre pour regle que cette expérience réussira d'autant mieux que le conducteur sera plus grand que le corps frottant , toutes choses égales d'ailleurs.

On pourra remarquer que si dans l'expérience que je viens de rapporter , l'homme , ou tout autre frottoir isolé , porte une pointe de métal qui s'avance dans l'air , l'aigrette qu'on en voit sortir , est toujours beaucoup plus petite que ne seroit celle d'une

XX.
LEÇON.

pareille pointe qui feroit partie du conducteur : je dirai ailleurs la raison de cette différence , qui est réelle & constante : mais qu'on y prenne bien garde , ce petit feu , quoi qu'en disent quelques personnes que ce fait incommode , est une véritable aigrette produite par une matière qui sort de la pointe , sans préjudice à celle qui pourroit y entrer en même temps , & que je ne nie pas ; son éruption , quand l'Electricité est assez forte , se fait sentir par un petit souffle qui pousse la flamme & la fumée d'une bougie , qui fait frémir les liqueurs qu'on y présente , & qui accélère les écoulements , quand la pointe est creuse & chargée d'eau ou d'esprit de vin : de telles preuves doivent l'emporter sur des doutes d'opinion & de système.

Eclair-
cisse-
ments.

En soutenant la réalité de cette matière qui sort visiblement de la pointe , je dis que c'est sans préjudice à celle qui peut y entrer ; car en même temps que le corps frottant reçoit par le globe , une partie de la matière électrique qui vient du conducteur , je pense bien que celle qu'il continue de

de fournir au globe , il la reçoit de l'air ambiant & des autres corps voisins ; & que par conséquent , cette pointe qui fait partie de lui-même , reçoit en même temps qu'elle dissipe ; mais je n'entends pas que ces deux courants opposés n'aient qu'un seul & même passage : quelque fine que soit la pointe de métal , c'est toujours un corps très-gros , eu égard à la subtilité du fluide électrique ; sa porosité peut aisément se partager entre la portion qui entre & celle qui sort.

Je n'entends pas non plus que toute la matiere électrique affluente , que peut recueillir un conducteur isolé de grand volume , passe au globe ; cette frange de matiere lumineuse , que l'on voit déboucher de ce côté-là , ne répond pas , ce me semble , à la quantité qu'on peut présumer qu'il a reçue ; je pense donc qu'une bonne partie de ces affluences ; en tombant sur la longueur du conducteur , traverse son épaisseur , & produit des effluences à la partie opposée.

Je crois aussi que tout ce que le conducteur porte au globe , n'est point rendu sans déchet au couffin ; une

bonne partie de cette matiere se dissipe dans l'air ou dans les autres corps qui sont à portée de la recevoir.

J'en dis autant de la matiere que le corps frottant fournit au globe ; le conducteur n'en reçoit que ce qui n'a point été répandu ailleurs pendant la rotation ; c'est pourquoi il est important de le faire aboutir à un endroit qui ne soit point fort éloigné de celui qui est frotté par le couffin ; & de faire tourner le globe de maniere que les parties frottées arrivent par la voie la plus courte au conducteur qu'on veut électriser : il faut lire , pour être plus amplement instruit , un excellent Ouvrage de M. du Tour , *sur les différents Mouvements de la Matière électrique* , imprimé à Paris chez Vincent , en 1760 ; il est rempli d'expériences curieuses & décisives sur ce sujet , & de vues très-ingénieuses sur ce qu'il y a de plus délicat & de plus difficile en Electricité.





XXI. LEÇON.

*Sur l'Électricité, tant naturelle
qu'artificielle.*

III. SECTION.

*Sur la cause générale & immédiate des
Phénomènes électriques.*

L'ELECTRICITÉ est l'effet d'une cause mécanique : il n'y a plus qu'un sentiment sur cela aujourd'hui, comme je l'ai remarqué au commencement de la première Section. Mais ce mécanisme, objet de la curiosité de ceux qui voient les phénomènes, & principalement des Physiciens qui les ont découverts, est encore regardé & annoncé par bien des gens comme un mystère impénétrable à l'esprit humain. Ce n'est pas cependant que ce qu'il y a de plus sin-

XXI.
LEÇON.

gulier & de plus important dans cette matiere, ne puisse maintenant s'expliquer d'une maniere très-intelligible & vraisemblable : à force d'analyser les faits , d'examiner ce qu'ils ont de commun & de particulier , en remontant des plus composés aux plus simples , nous sommes enfin parvenus à celui qui est comme la source de tous les autres ; & sur les causes de celui-ci même , nous sommes en état d'offrir des conjectures raisonnables ; & fondées sur des analogies très-rapprochées : voilà , je crois , tout ce qu'on peut attendre & exiger de la Physique Expérimentale.

Mais la plupart des personnes à qui nous offrons ces explications , quoiqu'elles les demandent avec une impatience qui va quelquefois jusqu'au reproche , aiment bien mieux , dans le fond , qu'on leur montre des effets qui les surprennent & qui les amusent , que de leur donner à comprendre des causes contre la découverte ou l'intelligibilité desquelles elles sont prévenues.

Cette prévention , peu obligeante pour nous , est assez souvent l'ou-

vrage de la paresse ou de l'amour-propre : ce qu'on ne se sent point en état de faire , on pense volontiers qu'un autre l'entreprendroit vainement. Il est plus court & plus commode de dire : Ho ! jamais personne n'expliquera cela , que d'écouter , autant qu'il le faudroit , celui qui dit : Je vous l'expliquerai , si vous voulez me suivre attentivement & sans prévention.

Il faut convenir aussi que tout le monde n'est pas en état de comprendre le mécanisme de l'Électricité , fût-il expliqué de la manière la plus heureuse. Il faut au moins être initié dans la connoissance des autres effets naturels ; il faut être un peu au fait de la nature des fluides , de leur manière de se mouvoir & de se mettre en équilibre , du pouvoir qu'ils ont sur les autres corps , de ce qui peut résulter de leur choc & de leurs écoulements , &c. Combien de gens nous demandent la cause des phénomènes électriques ; combien d'autres se flattent de l'avoir trouvée , & nous l'offrent avec confiance , qui ne savent rien de tout cela , & qui

XXI.
LEÇON. commencent leur Physique par où ils la devroient finir , je veux dire , par l'Electricité.

Je m'attends donc bien que , de tous ceux qui ouvriront ce volume , il y en aura plusieurs qui ne prendront pas la peine de lire , encore moins d'étudier ce que je vais écrire dans cette 3^e section ; & ils feront fort bien , s'ils n'ont d'ailleurs quelques connoissances de Physique , ou s'ils ne se sentent pas le courage de me suivre avec attention & sans préjugé : mais , dans le grand nombre , j'espère trouver des Lecteurs judicieux & préparés à cette leçon par celles qui ont précédé : à ceux-ci , j'ose assurer que je ne leur offre rien de pénible à comprendre , & qui ne soit très-conforme aux principes universellement reconnus , & prouvés dans les cinq premiers tomes de cet Ouvrage.

Ce que je fais touchant le mécanisme de la vertu électrique , je le tiens de l'expérience ; je me servirai de la même voie pour l'enseigner : je vais retracer en lettres italiques ce que j'ai prouvé dans les deux Sections précédentes , relativement aux causes

les plus générales des phénomènes ;
 & dans le cours de mes explications ,
 je distinguerai , par ce même caractere , ce que j'emprunterai de ces vérités prouvées , afin qu'on puisse distinguer du premier coup d'œil ce qui gît en fait , de ce qui n'est que de raisonnement , & régler sa confiance suivant l'un ou l'autre.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES,
tirées de l'expérience , & à l'aide desquelles on peut rendre raison de tous les phénomènes électriques connus jusqu'à présent.

I. *L'Électricité est l'effet d'une matiere fluide qui se meut autour ou au-dedans du corps électrisé.*

II. *Ce fluide n'est ni la matiere propre du corps électrisé , ni l'air grossier que nous respirons.*

III. *Il y a tout lieu de croire que la matiere électrique est la même que celle du feu élémentaire & de la lumiere , unie à quelque autre substance qui lui donne de l'odeur.*

IV. *Cette matiere est présente par-tout ,*

XXI.
LEÇON. dans l'intérieur des corps , comme dans l'air qui les environne.

V. La matiere électrique, excitée ou mise en action, se meut , autant qu'elle peut , en ligne droite , & son mouvement , pour l'ordinaire , est un mouvement progressif qui transporte ses parties.

VI. La matiere électrique est assez subtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs & les plus compacts.

VII. Mais elle ne les pénètre pas tous avec la même facilité. Les corps vivants , les métaux , l'eau , sont ceux dans lesquels elle passe le plus facilement ; le soufre , la cire d'Espagne , le verre , les résines , la soie , sont ceux dans lesquels elle a le plus de peine à pénétrer , à moins que ces corps ne soient frottés ou chauffés.

VIII. L'air de notre atmosphere n'est pas autant perméable pour la matiere électrique , que les métaux , les corps vivants , l'eau , &c.

IX. Quand la matiere électrique sort d'un corps avec beaucoup d'impétuosité , & qu'elle débouche dans l'air , soit qu'elle soit visible ou non , elle se divise en plusieurs jets divergents , qui forment une espece de gerbe ou d'aigrette.

X. Un corps électrisé par frottement ou
par

par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique qui s'étendent en lignes droites dans l'air ou dans les autres corps d'alentour.

XI. *Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergents.*

XII. *Ces deux courants de matiere électrique, qui vont à sens contraires, exercent leurs mouvements en même temps; & l'un des deux est plus fort que l'autre.*

XIII. *Les pores par lesquels la matiere électrique sort du corps électrisé, ne sont pas en aussi grand nombre que ceux par lesquels elle y rentre.*

XIV. *La matiere qui vient au corps électrisé, ne lui est pas fournie par l'air seulement, mais par tous les autres corps du voisinage, qui sont capables de s'électriser par communication.*

XV. *La matiere qui sort du conducteur isolé par les différentes parties de sa surface qui n'aboutissent point au globe, vient en bonne partie de ce globe & du corps qui le frotte.*

XVI. *La matiere électrique, qui vient de toutes parts au conducteur isolé, se*

XXI.
LEÇON.

rend en grande partie au globe & au corps qui le frotte , d'où elle passe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus.

XVII. Les corps électrisés par communication , perdent aisément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps non-isolé.

XVIII. Le verre électrisé par frottement ou par communication , ne se déélectrise pas de même , & peut garder son Électricité bien plus long-temps que les conducteurs ordinaires.

Application que l'on peut faire de ces principes pour expliquer les phénomènes de l'Électricité.

Deux
classes de
phéno-
mènes é-
lectri-
ques,

LES phénomènes de l'Électricité peuvent se distribuer en deux classes : dans l'une , nous renfermerons tous ces mouvements tant alternatifs que simultanés , auxquels on a donné les noms d'*attraction* & de *répulsion* , & généralement tout ce qui s'opere par une cause qui demeure invisible.

L'autre comprendra tous les faits qui sont accompagnés de lumière , pétilllements , piquûres , inflammation , commotion ; car , quoique ces

merveilles éclatent à nos yeux sous des apparences tout-à-fait différentes les unes des autres , & que le peu de relation que nous voyons entr'elles , nous porte à les considérer comme autant d'objets indépendants , qui doivent être examinés séparément , cependant lorsque l'habitude a dissipé un certain éclat qui nous éblouit d'abord , & que l'étonnement fait place à la réflexion , on s'apperçoit peu à peu que les effets qui paroissent les moins analogues , se rapprochent , & ne sont le plus souvent que des extensions , les uns des autres , ou les suites nécessaires d'une cause commune , mais variées par quelque circonstance : pour peu qu'on y pense , on verra que de tous les phénomènes de ce genre , que l'on connoît , il n'en est point qu'on ne puisse comprendre dans la division que je viens d'établir.

ARTICLE PREMIER

Contenant les phénomènes de la première Classe.

L'ATTRACTION électrique , ce mouvement par lequel les corps L'attraction électrique

légers se portent comme d'eux-mêmes au corps électrisé, est, sans contredit, de tous les phénomènes électriques, le premier en date; elle a été connue bien des siècles avant qu'il fût question des autres effets; & à cet égard elle a mérité de préférence l'attention des Physiciens; elle la mérite encore plus par les variations singulières dont elle est susceptible, & par les vains efforts que bien d'habiles gens ont fait pour nous en rendre raison; ne le dissimulons pas, si quelqu'un vous offre l'explication des phénomènes électriques, & qu'il mette celui-là à part, défiez-vous-en; c'est un homme qui a manqué son but: ou s'il entreprend de vous l'expliquer, & qu'il ne réussisse pas, comptez que ce mauvais succès influera sur tout le reste. La première chose qu'il faut faire, c'est de bien démêler pourquoi les corps s'approchent & s'éloignent de celui qui est électrisé; comment l'attraction se change en répulsion; d'où vient que de plusieurs petits corps semblables, les uns sont attirés, tandis que les autres sont repoussés; par quelle

cause mécanique un corps électrisé attire ce qu'un autre corps électrisé repousse , &c. Je dis qu'il faut assigner à ces effets une cause mécanique ; car si , à chaque question que je ferai , on me fait naître une vertu répulsive , ou une vertu attractive , & que , suivant le besoin , on en multiplie les especes , je n'aurai aucun égard pour tous ces enfants de l'imagination , & je dirai à celui qui les produit , que leur regne est passé.

PREMIER FAIT.

Un corps électrisé par frottement ou par communication , attire ou repousse tous les corps légers & libres qui sont dans son voisinage.

EXPLICATION.

LE corps électrisé lance , de toutes parts , une matiere fluide ¹⁰ , qui sort en forme d'aigrettes ⁹ , & qui lui fait une atmosphere d'une certaine étendue. Cette matiere effluente , dont les rayons sont divergents entr'eux , est en même temps remplacée par une matiere semblable qui vient par des lignes convergentes ¹¹. Voyez la fig. 17 , qui représente

Pour-
quoi les
corps
sont at-
tirés.

une portion annulaire d'un tube, ou l'équateur d'un globe environné des deux matieres effluente & affluente.

L'une & l'autre matiere ayant un mouvement progressif ⁹, & simultané ¹², doit entraîner avec elle tout ce qui lui donne prise, & qui est assez libre pour obéir à son impulsion.

Mais, comme ces deux courants de matiere se meuvent en sens contraires ¹², le corps léger qui se trouve dans la sphere d'activité du corps électrisé, doit obéir au plus fort, à celui des deux qui a le plus de prise sur lui.

Si le corps léger qu'on veut attirer est d'un très-petit volume, ou d'une figure tranchante, comme une feuille de métal, *E* ou *F* (fig. 17), il est chassé vers le corps électrique par la matiere affluente.

Et la matiere effluente ne l'empêche pas d'y arriver, parce que ses rayons qui sont divergents ⁹, ou les aigrettes distantes les unes des autres ¹³, ne lui opposent que des obstacles rares & accidentels, à travers lesquels il se fait jour.

Une preuve qu'il rencontre des obstacles, c'est qu'il arrive rarement

au corps électrique par une voie bien directe ; assez ordinairement , c'est après plusieurs détours qu'on apperçoit d'autant mieux que ce corps léger a plus d'étendue ; j'en atteste tous ceux qui sont dans l'habitude de voir & de répéter eux-mêmes ces expériences.

QUAND cette étendue égale seulement celle d'un petit écu , il est fort ordinaire que le premier mouvement de la feuille soit de s'écarter du corps électrisé qu'on lui présente ; & si elle commence par s'en approcher , elle ne parvient pas jusqu'à lui ; à une certaine distance plus ou moins grande , elle est arrêtée ou repoussée.

C'est que la feuille , lorsqu'elle a une certaine largeur , & qu'elle se présente de face , ne peut plus échapper aux rayons des aigrettes , qui sont toujours plus rares à la vérité que ceux de la matiere affluente , à cause de leur divergence ⁹ , & de la distance des aigrettes entr'elles ¹³ , mais qui ont toujours plus de vitesse ou de force , sur-tout à une petite distance de leur origine ou de leur éruption.

S'il est donc plus ordinaire de voir un corps s'approcher d'abord de celui qui est électrisé, que de le voir s'en écarter par son premier mouvement, c'est que, pour lui donner une légèreté suffisante, on n'emploie communément que des fragments d'un très-petit volume, & d'une figure le plus souvent très-propre à les faire échapper aux rayons divergents des aigrettes; mais on est comme sûr d'avoir un effet tout contraire, quand on prend soin de concilier avec la légèreté qui convient, une grandeur & une figure telles qu'elles laissent assez de prise à la matière effluente.

I I. F A I T.

Dès que le corps léger qu'on vouloit attirer, a touché le corps électrique, ou qu'il s'en est seulement approché de fort près, quelque petit que soit son volume, quelque figure qu'il ait, il s'en écarte constamment après.

Ce second fait paroît d'abord contraire à l'explication que je viens de donner du premier. Si la petitesse du

volume a fait échapper le corps attiré aux rayons de la matiere effluente , pourquoi , dira-t-on , la même cause n'a-t-elle plus le même effet après le contact ?

EXPLICATION.

C'est que cette cause ne subsiste plus ; le petit corps a reçu une augmentation de volume , invisible à la vérité , mais qui n'en est pas moins réelle , comme on va le voir.

Quand ce petit corps poussé par la matiere affluente , a touché le tube électrique , il est électrisé lui-même par communication ; & un corps électrisé , tel qu'il soit , & de telle maniere qu'on l'électrise , devient tout hérissé d'aigrettes qui forment autour de lui une athmosphere de rayons divergens ¹⁰.

Pour-
quoi le
même
corps qui
a été d'a-
bord at-
tiré , ne
manque
pas d'être
re-
poussé
ensuite.

Cette athmosphere augmente donc considérablement son volume , & le met en prise aux rayons de matiere effluente , qui le tiennent écarté du tube électrique , autant de temps que l'Electricité subsiste dans l'un & dans l'autre , (*H fig. 17.*)

III. FAIT.

Un corps léger que l'on a électrisé , & que l'on tient suspendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'est écarté , ne manque pas de revenir à ce même corps, aussi-tôt qu'il a été touché du doigt , ou de quelque autre corps semblable & non-isolé.

EXPLICATION.

Pour-
quoi le
corps re-
poullé
revient
au corps
électri-
que dès
qu'on l'a
touché.

L'ATTOUchement d'un corps non-isolé , lui fait perdre son électricité ¹⁷ , & par conséquent cette atmosphère d'aigrettes qui augmentoit invisiblement , mais réellement son volume ; ainsi , après cet attouchement , il se trouve dans le même état où il étoit avant que d'avoir été électrisé , & disposé de nouveau , par la petitesse de son volume ou par sa figure propre , à se laisser emporter vers le corps électrisé , en échappant encore , comme la première fois , aux rayons divergents de la matière effluente.

Quand je dis en échappant aux rayons divergents de la matière effluente , je le répète encore , ce n'est pas que je prétende que ce

corps , tout petit qu'il soit , ne rencontre aucun de ces filets de matiere dont le mouvement s'oppose au sien : il en rencontrera sans doute ; mais , *comme ils sont rares en comparaison de ceux de la matiere affluente* ⁹ & ¹³ , il donnera plus constamment prise à ceux-ci , & ne souffrira qu'un retardement ou une déviation de la part de ceux-là.

IV. FAIT.

Les corps électrisables par communication , mais qui ne sont point isolés , attirent les petits corps électrisés qui se présentent à eux. Un homme , par exemple , avec le bout de son doigt , ou avec un morceau de métal , attire une petite feuille d'or électrisée & flottante en l'air. (*fig. 18.*)

EXPLICATION.

TANT que la petite feuille *C* , qu'on suppose électrisée , n'est entourée que de son atmosphere propre , & de l'air dans lequel elle est suspendue & isolée , rien ne la détermine à se porter d'un côté préféablement à Pour-
quoi les
corps
non-iso-
lés atti-
rent à
eux de
plus pe-
sants

l'autre : premièrement , parce que
 XXI. *ses effluences se faisant en même temps &*
 LEÇON. *avec une égale force , par les différents*
 corps *points de sa surface , elles s'appuient*
 qui ont *également de toutes parts sur l'air*
 reçu la *ambiant , ce qui doit mettre la réaction*
 vertu é- *de ce dernier fluide en équilibre avec*
 le tri- *elle-même. En second lieu , parce*
 que. *que les affluences A , B , &c. venant à*
elle également & en même temps de tous
les côtés ¹¹ , elles ne peuvent la pousser
vers l'un plutôt que vers l'autre.

Mais quand on en approche le
 doigt , ou tout autre corps plus perméable
 à la matière électrique , que la portion
 d'air dont il tient la place ⁸ , les rayons
 effluents du corps *c* se plient vers lui ,
 trouvant de sa part moins de résis-
 tance que n'en éprouvent de la part
 de l'air , les effluences de la partie op-
 posée : delà vient que ces deux corps
 se joignent , & que le plus petit ,
 comme étant le plus mobile , semble
 être attiré par l'autre.

V. F A I T.

Pendant qu'un corps léger , pareil
 à celui du fait précédent ; demeure

suspendu & flottant en l'air au-dessus d'un tube de verre électrisé qu'il a touché, si on lui présente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier : il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Espagne, d'une boule de soufre, &c. qu'on a électrisés.

XXI.
LEÇON.

EXPLICATION.

AVANT que d'entrer dans l'explication de ce fait, il est bon d'avertir le Lecteur, qu'il n'est pas constant ; & que, quand on fait l'expérience un grand nombre de fois & en différents temps, on éprouve souvent que le soufre, la cire d'Espagne & les corps résineux, étant électrisés, repoussent, au lieu d'attirer, ce que le verre a rendu électrique. Voyez à la fin du Tome II de mes *Lettres sur l'Électricité*, l'article 45 des expériences vérifiées en présence des Commissaires nommés par l'Académie Royale des Sciences.

Pour-
quoi les
petits
corps é-
lectrisés
par le
verre, &
qui s'en
écartent
ensuite,
ne s'éloi-
gnent
pas de
même
d'un bâ-
ton de
cire
d'Espa-
gne élec-
trisé.

Mais comme ce fait se présente assez communément tel que je l'ai énoncé d'abord, il faut que je dise comment il peut avoir lieu, & par

quelles raisons il peut manquer.

XXI.
LEÇON.

Pour être en état de bien entendre l'explication qu'on peut donner de ce cinquieme fait, il faut se faire une idée bien nette de ce qui se passe entre deux corps dont l'un seulement est électrisé, ou entre deux corps qui le sont tous deux.

Dans le premier cas, c'est-à-dire lorsque l'un des deux corps seulement est électrisé, *il sort de celui qui ne l'est pas, une matiere qui est affluente par rapport à l'autre*¹⁴; & de celui-ci, *il s'élançe perpétuellement des aigrettes dont les rayons sont divergents entr'eux*¹⁰.

Dans le second cas, c'est-à-dire, quand les deux corps qui sont en présence l'un de l'autre, sont actuellement électriques, *il sort de tous deux une matiere effluente*¹⁰, dont les rayons vont en sens contraires de l'un à l'autre corps. Et, *tandis que cette matiere émane ainsi des deux corps, une semblable matiere vient de toutes parts à eux, soit de l'athmosphere, soit des corps voisins, pour remplacer & perpétuer ces émanations*¹¹ & ¹⁴.

Ainsi, dans l'un & dans l'autre cas,

la matiere électrique qui vient de l'un des deux corps, est toujours opposée à celle qui vient de l'autre ; & , par conséquent , pour qu'ils puissent s'approcher , il faut de deux choses l'une , ou que ces rayons qui vont en sens contraires de l'un à l'autre corps , perdent toute leur action , ou que chacun de ces deux courants trouve un passage assez libre dans le corps qu'il rencontre ; car si ces émanations subsistent , & qu'en sortant de l'un des deux corps , elles ne puissent pas facilement entrer dans l'autre , elles ne manqueront pas d'entretenir une distance entre les deux ; ce que l'on a nommé *répulsion*. Revenons maintenant à notre fait.

La petite feuille de métal électrisée fuit constamment tout verre électrique , parce que , comme on l'a dit ci-dessus , *son volume augmenté par une atmosphère de rayons divergents , donne assez de prise aux émanations du verre* ¹⁰.

La même chose n'arrive pas lorsqu'on lui présente un morceau de soufre ou de cire d'Espagne nouvellement frotté , pour deux raisons : la

premiere, parce que les rayons effluents de ces matieres électrisées *sont plus foibles que ceux du verre*, & qu'apparemment la matiere qui sort d'un bâton de cire d'Espagne électrisé, n'a pas plus de force ordinairement que celle qui *vient de tout autre corps non-électrique en présence d'un corps électrisé*¹⁴, & qui n'empêche pas, comme on fait, l'approximation réciproque. La seconde raison est que *les matieres résineuses, le soufre, les gommes, &c. dans lesquelles le fluide électrique a peine à se mouvoir pour l'ordinaire, en sont pénétrées plus facilement, quand on les frotte ou qu'on les chauffe*⁷.

Ainsi la feuille de métal électrisée n'est pas repoussée par le soufre qu'on vient de frotter, parce que les rayons effluents de cette petite feuille le pénètrent, comme elle est pénétrée elle-même par eux de ce soufre électrisé; & cette pénétration mutuelle fait que la résistance est moindre entre ces deux corps que par-tout ailleurs aux environs; car c'est un fait, que *la matiere électrique a plus de peine à pénétrer dans l'air de l'atmosphère que dans les corps les plus denses & les plus durs*⁸.

Voilà

Voilà ce qui arrive le plus communément ; mais il peut se faire aussi que les rayons effluents de la petite feuille électrisée manquent de force pour pénétrer dans le soufre , ou que celui-ci ne soit pas assez pénétrable pour eux , faute de n'avoir pas été frotté ou chauffé suffisamment , ou que ses propres effluences ayant trop de vigueur , empêchent celles de la petite feuille d'arriver jusqu'à lui ; & alors il y a répulsion comme en présence du verre électrisé.

Il est inutile de dire que je nomme ici le soufre pour toutes les substances qui produisent ce même effet ; & ce qui me fait croire que la répulsion ou l'attraction, en pareil cas , dépend de quelqu'une des causes que je viens d'alléguer , c'est que souvent la même boule de soufre , le même bâton de cire d'Espagne , attire ce qu'il repoussoit , ou repousse ce qu'il attiroit un instant auparavant , & sans être frotté de nouveau , mais seulement parce qu'on le présente un peu plutôt ou un peu plus tard , de plus près ou de plus loin.

DE tous les phénomènes élec-

XXI.
LEÇON.
Le fait
dont il
s'agit ici
n'est pas
conf-
sant.

triques ; il n'en est pas de moins certain, de moins constant que celui dont il est ici question ; si quelqu'un peut se vanter de le faire réussir à son gré toutes les fois qu'il voudra , il faut qu'il soit sûr de réunir des circonstances très-difficiles à saisir : & dès-lors , je dis que c'est un effet variable ; non-pas qu'il n'arrive sûrement , quand tout ce qui doit le produire sera rassemblé ; avec cette condition , tout effet naturel est infail-
lible ; mais parce qu'il dépend de plusieurs causes très-déli-
cates , & que le plus habile Physicien auroit bien de la peine à prévoir & à régler la part que chacune d'elles doit y avoir.

V I. F A I T.

Un corps électrisé par frottement ou par communication , attire & repousse en même temps , par le même côté de sa surface , plusieurs corps légers qu'on lui présente ; de sorte que les uns vont à lui , tandis que les autres s'en écartent.

EXPLICATION.

XXI.
LÉÇON.

Comment les attractions & répulsions électriques sont simultanées.

LE phénomène des attractions & répulsions simultanées, est celui contre lequel viennent échouer sans ressource tous ceux qui prétendent expliquer les effets de la vertu électrique avec un seul courant de matière. Quand on n'attribue au corps électrisé que celle qui lui vient du dehors, on peut bien par-là rendre raison jusqu'à un certain point, des mouvements qu'on nomme *attractions*; on en est quitte après pour glisser légèrement sur la cause des *répulsions*. Si l'on n'admet que la matière lancée de toutes parts autour du corps électrisé, on peut bien dire pourquoi il chasse les petits corps qui le touchent, comment il les tient écartés de lui; & l'on répond comme on peut à ceux qui demandent d'où vient que de pareils corps sont attirés. Mais il faut se taire ou dire de mauvaises raisons, quand il s'agit d'expliquer comment, par l'un ou par l'autre de ces deux courants, des corps tout semblables entr'eux sont poussés en même temps, les uns

dans un sens , les autres dans un sens opposé. Aussi met-on ce fait à l'écart , comme s'il n'existoit pas ; & quoique je l'aie objecté bien des fois , personne n'a fait semblant de m'avoir entendu.

Pour moi qui ai duement prouvé que ces deux courants existent en même temps autour du corps électrisé , & qui ai expliqué ci-dessus les attractions par l'un , & les répulsions par l'autre , je n'ai qu'un mot à ajouter , pour faire remarquer que ces deux effets peuvent avoir lieu ensemble.

En effet , puisque *la matiere électrique , tant effluente qu'affluente , est divisée par rayons , dont chacun est animé d'un mouvement propre & progressif* ¹, ¹⁰, ¹¹ ; n'est-il pas tout simple que chacun d'eux entraîne avec lui tout ce qu'il trouve en son chemin d'assez mobile pour obéir à son impulsion ? Les corps attirés sont donc ceux qui obéissent à la matiere affluente , & les corps repoussés sont ceux qui sont emportés par la matiere effluente.

Les uns & les autres devroient

naturellement aller & venir en ligne droite , ainsi que le fluide invisible qui les entraîne ^{XXI.}. Mais comme les mou- ^{LEÇON.}vements sont opposés , il est presque impossible qu'il n'arrive des chocs & des déviations ; & parce que c'est le hazard qui les produit , les effets apparents qui en résultent , sont aussi de ceux qu'on ne peut pas prédire.

Comme toutes les parties du corps électrisé ont leurs effluences & leurs affluences , il doit y avoir aussi attractions & répulsions simultanées à chacune d'elles ; les effets ont lieu par-tout où regnent les causes.

V I I. F A I T.

Les attractions & les répulsions électriques , toutes choses égales d'ailleurs , sont plus ou moins vives , & s'étendent à des distances plus ou moins grandes , suivant la nature des supports sur lesquels sont placés les petits corps qui doivent être attirés & repoussés.

E X P L I C A T I O N.

LES corps qui sont attirés en apparence , sont poussés réellement vers

XXI.
LEÇON.
 Com-
 ment la
 nature
 des sup-
 ports in-
 flue sur
 les at-
 tractions
 & répul-
 sions.

le corps électrisé , par la matiere élec-
 trique qui lui vient de toutes parts ¹¹. Mais
 cette matiere affluente ne lui vient pas
 seulement de l'air ; elle vient aussi
 de tous les autres corps du voisinage ,
 qui sont capables de s'électriser par com-
 munication ¹⁴ ; & dans ceux-là , la matiere
 électrique se meut avec bien plus de facilité
 que dans tous les autres , tant pour entrer
 que pour sortir ⁷. Si vous placez donc
 des corps légers sur un support de
 métal , sur la main d'un homme , &c.
 ils seront portés au tube ou au con-
 ducteur électrisé plus vivement & de
 plus loin , que s'ils étoient placés sur
 un gâteau de résine , ou suspendus
 en l'air ; parce que la matiere élec-
 trique , que la présence du corps
 électrisé détermine à venir à lui , sort
 du métal & des corps vivants , &c.
 plus abondamment & avec plus de
 force que des corps résineux & de
 l'air ⁷ & ¹⁴.

De même , quand ces petits corps
 ont touché le tube de verre , ou le
 conducteur qui les attire , ils sont
 électrisés eux-mêmes , repoussés vers
 leur support , & hors d'état d'être
 attirés de nouveau , jusqu'à ce qu'ils

aient perdu leur électricité acquise ; XXI.
LEÇON.
 or, *comme rien n'est plus propre à la leur*
*ôter promptement que le métal non isolé*¹⁷,
 ils ne l'ont pas plutôt touché, que
 la matiere affluente les reprend, pour
 les entraîner au corps électrisé. Au
 lieu que si le support étoit de la cire
 d'Espagne ou de quelque matiere rési-
 neuse, le petit corps électrisé n'y
 perdrait sa vertu que lentement ; &
 quand il auroit repris son premier
 état, & qu'il seroit sujet à attraction,
la matiere qui vient d'un pareil sup-
*port, est si foible*⁷, qu'elle ne le por-
 teroit qu'avec peine vers le tube ou
 vers le conducteur.

On voit par-là comment les attrac-
 tions & répulsions électriques peuvent
 devenir plus fortes ou plus foibles
 par le voisinage de certains corps,
 & combien il est important d'avoir
 égard à ces circonstances, quand on
 fait ces sortes d'expériences, dans la
 vue de résoudre quelque question.

VIII. F A I T.

Tout ce qu'on veut électriser par com-
 munication, doit être posé sur des ma-
 tieres qui ne s'électrifient bien que par

frottement; telles sont le soufre, la cire d'Espagne, les résines, la soie, &c.

EXPLICATION.

Pour
quoi cer-
taines
matieres
sont
plus pro-
pres que
d'autres
à isoler
les corp.
qu'on
veut
élec-
triser par
commu-
nica-
tion.

UN corps s'électrise par commu-
nication, lorsque la matiere élec-
trique, *qui réside en lui* ⁴, reçoit du
mouvement par le contact ou l'ap-
proximation d'un corps déjà élec-
trique, qui la détermine à se porter
du dedans au dehors: or la cause
qui détermine, doit agir d'autant
plus efficacement, qu'elle agit sur
un corps plus isolé ou plus petit,
puisque alors elle a moins de matiere
à mettre en mouvement. Un homme
qui se tient placé immédiatement sur
le plancher d'une chambre, ne s'élec-
trise que très-peu ou point, parce
qu'il communique avec de grandes
masses qui sont électrisables comme
lui, & que l'action qu'on exerce sur la
matiere électrique qui réside en lui,
attaque en même temps *celle de tous*
les autres corps ⁴, avec lesquels il
a communication. Et cette action
partagée à tant de corps, n'a presque
point d'effet sensible sur aucun d'eux.
Il n'en est pas de même, si l'on
met

met un gâteau de résine sous les pieds ~~de cet homme~~ ; comme *les corps de cette espece ne s'électrifient presque point par communication* ⁷, le corps électrique qui doit communiquer sa vertu, n'agit alors que sur l'homme isolé, & ne détermine au mouvement que la matiere qui est en lui.

XXI.
LEÇON.

Pour rendre cette explication plus claire, il faut que je reprenne les choses de plus haut, & que je dise de quelle maniere je conçois qu'un corps s'électrifie quand on le frotte, & comment, une fois électrisé, il communique sa vertu à un autre corps.

QUAND je frotte un tube de verre, un bâton de cire d'Espagne, une boule de soufre, &c. je mets en mouvement & les parties du corps frotté, & la matiere électrique qui en remplit les pores : est-ce aux parties du verre que le mouvement s'imprime d'abord pour se communiquer ensuite à la matiere électrique, ou tout au contraire ? C'est ce que j'examinerai ailleurs ; mais il est sûr *que la matiere électrique s'élance sensiblement du dedans au dehors* ¹⁰, & le verre s'échauffe : en voilà assez pour

Idee de l'électrification, ou de la maniere dont l'électricité s'excite par le frottement.

234 LEÇONS DE PHYSIQUE

me faire croire que tout est agité.

XXI.
LEÇON.

Le corps frotté ne s'épuise point par ces émanations continuelles , quelque temps qu'elles durent , parce que la matiere électrique qui sort , est toujours remplacée *par une matiere semblable* ¹¹ , *qui vient non-seulement de l'air , mais même de tous les autres corps qui sont dans le voisinage* ¹⁴. Si la matiere électrique est présente par-tout ⁴ , comme il y a tout lieu de le croire , elle doit s'empresse de remplir tous les espaces qui se trouvent vuides des parties de son espece : c'est le propre des fluides de se répandre uniformément , & de se mettre en équilibre avec eux-mêmes : représentez-vous un seau percé de toutes parts , que vous auriez plongé dans un bassin ; si vous épuisiez tout-à-coup ce vaisseau avec une pompe ou autrement , ne se rempliroit-il pas aussi-tôt aux dépens de l'eau du bassin , & ce remplacement ne se feroit-il pas autant de fois que l'épuisement seroit réitéré ?

L'Electricité n'est donc rien autre chose que l'état d'un corps qui reçoit continuellement les rayons con-

vergens d'une matiere très-subtile ,
tandis qu'il laisse échapper de toutes
parts des rayons divergens d'une
pareille matiere ; il est comme la
source de celle-ci , & le terme de
celle-là. Et comme l'effluence de
l'une occasionne l'affluence de l'autre ,
le remplacement entretient aussi la
durée des émanations.

APPROCHONS maintenant d'un corps qui est dans cet état , un autre corps capable de s'électriser par communication & convenablement isolé : la matiere électrique qui est en repos dans ce corps , doit se mettre en mouvement , & se porter du dedans au dehors par deux raisons : 1° parce que *tout ce qui est dans le voisinage d'un corps électrisé , lui fournit cette matiere que nous avons nommée affluente* ^{14.} 2° Parce qu'une partie de cette même matiere qui réside dans le corps qu'on approche du corps électrisé , doit recevoir des impulsions continuelles de la part des rayons effluents qui s'élancent de celui-ci , & qui sont capables de pénétrer dans les corps les plus compacts ^{6.}

Idee de la maniere dont les corps s'électrifient par communication.

Mais si ce corps perd ainsi la ma-

tiere électrique qui réside en lui , ou il doit bientôt s'épuiser , ou bien il faut qu'il reprenne d'ailleurs une matiere semblable à celle qu'il perd ; or on ne peut pas dire qu'il s'épuise , car ces émanations durent autant de temps qu'on veut les exciter ; mais il lui arrive ce qu'on observe en général à tout ce qui est actuellement électrique , soit par communication , soit par frottement ; *tant que dure l'émanation de la matiere intérieure , une pareille matiere vient de toutes parts remplacer celle qui sort*¹¹. Ainsi l'électricité communiquée , comme celle qu'on excite par frottement , consiste toujours dans une effluence & dans une affluence simultanées de la matiere électrique.

Comme le premier de ces deux mouvements naît en partie par l'impulsion ou par le choc , dans le corps qu'on électrise par communication , & qu'un certain choc ne peut animer sensiblement qu'une certaine quantité de matiere , il est nécessaire de limiter celle que doivent mouvoir les rayons effluents du corps électrique communiquant ; & c'est ce

que l'on fait en interposant quelque ~~matière~~ matière résineuse , *peu propre à être pénétrée par le fluide électrique* ? , & qui interrompt fort à propos la continuité des corps électrisables.

XXI.
LEÇON.

I X. F A I T.

Dans l'expérience de Hauxbée , qui est si connue (*Afig. 19,*) des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électrisé , se dirigent en forme de rayons qui tendent à l'équateur du globe ; & d'autres fils attachés à un cerceau en dehors , prennent une tendance convergente au centre de ce même globe.

E X P L I C A T I O N.

Après ce que j'ai dit ci-dessus pour expliquer les attractions électriques , il ne me reste qu'à faire remarquer ici que les deux surfaces du verre s'électrifient ensemble , quoiqu'on n'en frotte qu'une. Les fils attachés au centre du globe , sont dirigés vers la surface intérieure par la matière affluente qui les enfile , en venant de l'air extérieur , par l'axe sur lequel ils sont arrêtés ; & ceux du cerceau deviennent convergents au globe par

Explication de l'expérience d'Hauxbée & de ses circonstances.

une pareille matiere qui se rend de toutes parts à la surface extérieure.

Une circonstance assez singuliere de cette expérience , & qui mérite plus d'attention que le reste , c'est que les fils du dedans changent de place , & semblent s'écarter quand on souffle sur le verre , ou qu'on présente le doigt par-dehors à l'endroit où ils tendent.

On peut rendre raison de ces effets , en disant , 1^o que le souffle le plus souvent chargé d'humidité , diminue ou fait cesser l'électricité à la partie du verre qu'il attaque , & alors le fil qui s'y dirigeoit , retombe par son propre poids : 2^o quand on approche le doigt de la surface extérieure , *la matiere qui sort de ce doigt , en la présence du globe électrisé* ¹⁴ , passe à travers le verre , & va fortifier les aigrettes de l'autre surface ; & alors ces effluences de la surface intérieure l'emportent en force sur la matiere affluente qui dirige le fil , & elles le repoussent pour un temps.

Je n'imagine pas gratuitement que la matiere qui sort du doigt en pareil cas , pénètre dans le verre , & va fortifier les effluences de la surface

intérieure du globe. Si l'on fait entrer dans ce vaisseau un peu de sciure de bois ou du son de farine, on verra très-distinctement chaque petite parcelle s'élancer & sauter, quand le bout du doigt se présentera dessous ; c'est une épreuve que j'ai répétée cent fois.

XXI.
LEÇON.

X. FAIT.

Certains corps ont peine à s'électrifier les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre manière ; si la matière électrique réside par-tout, d'où peut venir cette différence ?

EXPLICATION.

UN corps n'est point électrisé, pour avoir en soi la matière électrique ; il faut que cette matière en sorte pour être remplacée par une semblable ¹⁰ & ¹¹ ; il faut qu'il y ait effluence & affluence, comme je l'ai dit plusieurs fois ci-dessus ; or cette

Pour-
quoi
certains
corps s'é-
lectrifient
mieux
par le
frotte-
ment
& d'au-

~~matiere~~ matiere, toute subtile qu'elle est ;
 XXI. *ne pénétre pas tous les corps indistinctement & avec la même facilité* ? ; elle
 LEÇON. trouve dans les uns des passages plus
 tres par la com- libres que dans les autres , tant pour
 munica- sortir que pour entrer.
 tion.

D'ailleurs il est probable que ces élancements sont causés & entretenus par quelque mouvement intestin , imprimé aux parties du corps que l'on a frotté : j'ai lieu de croire que le ressort de ces parties y entre pour beaucoup ; car j'observe qu'en général les corps dont les parties ont le plus de roideur , sont aussi les plus propres à s'électriser par frottement.

XI. F A I T.

Quoique tout ce qui est léger & libre puisse être attiré ou repoussé par un corps actuellement électrique , il y a pourtant certaines matieres qui obéissent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulsions.

EXPLICATION.

L'EXPÉRIENCE a fait connoître que cette disposition plus ou moins

grande à être attiré & repoussé par un corps électrique, dépend moins de la nature des matieres que d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties. On apperçoit aisément la raison de ce phénomène, quand on considere que les mouvements alternatifs, d'attraction & de répulsion, sont les effets de la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, qui, quoiqu'assez subtile pour pénétrer dans les corps les plus compacts, & pour se faire jour au travers de leurs pores, n'en est pas moins une matiere composée de parties solides, capables par conséquent de heurter & d'entraîner avec elle tout ce qu'elle rencontre de solide dans son chemin. Les corps les plus denses doivent donc lui donner plus de prise que les autres; une paillette de métal, plus qu'un fragment de papier; un ruban mouillé ou gommé, plus que le même ruban, s'il étoit lavé & sec, &c.

Une chose à laquelle il faut encore faire attention, c'est que les corps qui sont attirés & repoussés le plus vivement, sont justement ceux

XXI.
LEÇON.

Pour-
quoi il y
a des
corps
plus sus-
cepti-
bles les
uns que
les au-
tres des
attrac-
tions &
répul-
sions é-
lectri-
ques.

Obser-
vation
impor-
tante.

qui s'électrifient le mieux par communication ; une feuille de métal à qui l'on présente un tube de verre nouvellement frotté , s'électrifie d'abord peu ou beaucoup , c'est-à-dire , que la matière électrique qui réside en elle , se dispose à sortir de toutes parts , ou sort réellement.

Le premier de ces deux états , (lorsqu'elle n'est point encore électrique , mais toute prête à l'être) , état qui ne peut cesser que quand elle ne touchera plus la table ou le corps non-électrique qui la soutient ; ce premier état , dis-je , la met plus en prise qu'un morceau de papier , à la matière affluente qui va au tube ; car outre son excès de densité , elle oppose encore des pores pleins d'une matière presqu'effluente ; de sorte qu'elle n'a peut-être aucun point de sa surface qui ne soit susceptible du choc qui tend à la mener au tube.

Lorsqu'elle s'enleve , & qu'elle commence à s'approcher du tube , elle s'électrifie alors de plus en plus , & son volume augmente par une atmosphère de rayons divergents.¹⁰

comme je l'ai dit ci-dessus. Et il augmente quelquefois de manière que , rencontrant les rayons de la matière effluente du tube en suffisante quantité , la petite feuille de métal rétrograde avant qu'elle ait touché le corps électrique qui l'attiroit.

Cette activité , comme l'on voit , tant pour aller au tube que pour s'en écarter , vient donc en très-grande partie de la facilité avec laquelle certains corps reçoivent l'électricité d'un autre.

XII. FAIT.

L'Électricité se communique presque en un instant par une corde de douze cens pieds & plus , à laquelle on fait faire plusieurs retours : comment se peut-il faire que la matière électrique passe si promptement d'un bout à l'autre de cette corde , & qu'elle en suive ainsi les différentes directions ?

EXPLICATION.

C'EST une supposition très-vraisemblable , & que les plus habiles Physiciens n'ont pas fait difficulté

XXI.
LEÇON.

Com-
ment la
vertu é-
lectrique
peut se
trans-
mettre
en si peu
de temps
à des dis-
tances
très-
grandes.

d'avancer ou d'admettre que , dans les corps les plus denses , il y a plus de vuide que de plein , plus de pores que de parties solides ; on peut donc croire , à plus forte raison , que dans une corde , dans une verge de fer , &c. la porosité est telle , que la matiere électrique (*fluide subtil qui réside par-tout* ⁴) jouit d'une continuité de parties non-interrompue ; ainsi , dès que les rayons ou les filets de cette matiere très-mobile par elle-même , sont poussés par un bout , ou déterminés à se mouvoir , comme je l'ai dit ci-dessus , je conçois que le mouvement est bientôt transmis jusqu'à l'autre extrémité ; ou que les premieres parties venant à fortir , donnent lieu aux autres de les suivre sans délai , à peu près comme le mouvement se transmet par une file de corps élastiques & contigus ; ou bien comme l'eau d'un canal se meut toute entiere , dès qu'on lui permet , ou qu'on la force de couler par un bout.

Ainsi , quand j'électrise une corde de deux cens toises par l'une de ses extrémités , je ne prétends pas

que , dans le premier instant , les rayons effluents de l'autre bout soient individuellement la matiere électrique du tube qui ait parcouru toute la longueur de la corde , mais seulement une matiere semblable , qu'elle a trouvé résidente dans la corde , & qu'elle a poussée devant elle.

XXI.
LEÇON.

Si le fluide électrique , ou le mouvement qui lui est imprimé , suit toujours la corde , malgré ses détours & ses sinuosités , c'est vraisemblablement en conséquence de ce principe que j'ai déjà cité plusieurs fois : *que la matiere électrique trouve moins d'obstacles dans les corps les plus denses , que dans l'air même de l'atmosphère* ⁸. Elle suit les différentes directions du corps qui lui oppose le moins de résistance.

XIII. FAIT.

Une légère humidité nuit à l'électricité qu'on excite par frottement ; & bien loin d'être nuisible , elle est favorable à l'Electricité par communication.

EXPLICATION.

XXI.
LEÇON.

Pour-quoi l'humidité, qui ne nuit point à l'électricité que l'on communique, met un obstacle considérable à celle qu'on veut exciter par frottement.

L'ELECTRICITÉ que l'on fait naître par le frottement, dépend beaucoup d'un certain mouvement intestin que l'on fait prendre aux parties propres du corps que l'on frotte ; ce mouvement lui-même, cette espece d'irritation exige que les parties soient libres, & jouissent de toute leur élasticité ; une vapeur humide, ou une légère couche d'eau, empêche apparemment que ces parties ne se mettent en jeu, ou bien elle empâte, pour ainsi dire, les pores, & ne permet pas que la matiere électrique s'y meuve librement, tant pour entrer que pour sortir.

L'Electricité qui se communique par des conducteurs, ne leur doit, suivant toutes les apparences, que les passages libres qu'ils donnent à la matiere électrique ; ce sont des milieux purement passifs : or l'expérience fait connoître que l'eau reçoit & transmet aisément cette matiere ; par conséquent, si elle se trouve unie à quelqu'autre substance, bien loin d'empêcher que celle-ci

ne s'électrise par communication , elle doit au contraire faciliter cet effet.

XIV. FAIT.

L'électrification augmente la transpiration des animaux , accélère l'évaporation des liqueurs , & dessèche les corps solides qui ont quelque suc ou quelque humidité à perdre.

Ces faits sont prouvés par une suite d'expériences que j'ai publiées dans les 4^e & 5^e Discours de mes *Recherches* sur les causes particulières des phénomènes électriques , & dans les Mémoires de l'Académie des Sciences , année 1747 , p. 234 & suiv.

E X P L I C A T I O N .

IL faut se rappeler ici la 14^e Expérience de la II. Section , dans laquelle nous avons vu que des écoulements qui se faisoient naturellement goutte à goutte , ont été vivement accélérés par l'électrification ; nous avons attribué cet effet aux effluences de la matière électrique , qui entraînent rapidement les petites gouttes de liqueur qu'elles trouvent

Comment l'électrification accélère l'évaporation des liquides , la transpiration des animaux , &c.

sur leur chemin ; & en effet cette cause se présente si naturellement , qu'il n'est pas possible de la méconnoître. On peut de même lui attribuer ce qui arrive aux animaux & aux corps évaporables qu'on électrise ; la transpiration est un écoulement insensible qui se fait par les pores de la peau ; quand la matiere électrique est forcée de sortir par ces mêmes issues , elle entraîne ce qu'elle y rencontre ; si cela dure un certain temps , l'animal , à la fin , se trouve avoir plus transpiré qu'il n'auroit fait dans son état naturel.

C'est à peu près la même chose pour les corps capables d'évaporation ; quand on les électrise , ces mêmes effluences dont nous venons de parler , emportent avec elles les parties superficielles d'une liqueur ; ou bien elles chassent hors du corps d'où elles sortent , ce qu'elles trouvent de liquide dans ses pores ; ainsi après une électrisation de quelque durée , on trouve un déchet sensible dans le poids.

On augmente aussi la transpiration des animaux , & l'on fait diminuer le poids des substances évaporables , en les plaçant seulement auprès des corps qu'on électrise.

Cela est encore prouvé par un grand nombre d'expériences que l'on trouvera à la suite de celles que j'ai citées ci-dessus.

EXPLICATION.

NOUS avons vu par la 20^e Expé-
rience de la II. Section, que la ma-
tiere électrique qui vient des corps
environnants au corps électrisé , ac-
célere aussi les écoulements qui ne sont
point isolés ; il est donc comme indu-
bitable que la même matiere, en for-
tant de l'animal pour se rendre au
corps qu'on électrise , précipite la
transpiration , qui, sans cela, se fe-
roit avec plus de lenteur.

Pour-
quoi cet
effet a
lieu pour
des corps
non-iso-
lés qui
sont pla-
cés dans
le voisi-
nage des
corps
qu'on é-
lectrise.

Il est aisé de comprendre aussi qu'en
pareil cas une liqueur s'évapore plus
vîte que de coutume , étant aidée par
le fluide électrique qui traverse toute
sa masse , pour arriver au corps élec-

trisé : une poire , ou un autre fruit ,
 XXI. doit perdre aussi une portion de ses
 LEÇON. sucs par la même cause.

XVI. F A I T.

Les attractions & les répulsions ne sont pas aussi régulières dans le vuide que dans l'air libre.

E X P L I C A T I O N.

POUR que ces mouvements aient une certaine régularité , il faut que les effluences électriques conservent leur forme ordinaire d'aigrettes épanouies ; il faut que leurs rayons , séparés les uns des autres , aient une certaine divergence , afin que les rayons de la matiere affluente puissent passer entr'eux , & y faire passer avec eux les petits corps qu'ils entraînent ; mais cette divergence si nécessaire aux rayons de la matiere effluente , vient principalement de la résistance qu'ils éprouvent de la part de l'air , en débouchant du conducteur ; cela n'a presque plus lieu dans le vuide ; les rayons effluents n'ont plus d'autre cause de diver-

Pour-
quoi les
attrac-
tions &
répul-
sions é-
lectri-
ques
sont
moins
réguliè-
res dans
le vuide
qu' n
pleinair.

gence que l'impétuosité de leur éruption ; & l'on peut voir , en faisant l'expérience dans l'obscurité , qu'ils demeurent réunis plusieurs ensemble , sous la forme de gros jets lumineux.

Ce qui prouve bien que c'est - là la véritable cause de cette diminution ou irrégularité qu'on remarque dans les attractions & répulsions éprouvées dans le vuide , c'est que l'on corrige ce défaut , en terminant le conducteur qui porte l'Electricité dans le récipient , par une bouteille de verre dont le fond soit arrondi , & qui contienne de l'eau ou du mercure (*B fig. 19*) ; car comme le verre tamise davantage la matière électrique effluente , & la divise en petits jets , les choses se passent alors à peu près comme dans l'air libre.



Contenant les Phénomènes de la seconde Classe.

Phéno-
menes
de la se-
conde
classe,
presque
entière-
ment
ignorés
des An-
ciens.

LES Anciens n'ont point ignoré que l'ambre nouvellement frotté, jette quelque lueur en même temps qu'il attire les petites pailles ou autres corps légers qui sont à sa portée : mais voilà tout ce qu'on peut légitimement leur attribuer touchant la connoissance des lumieres électriques, considérées comme telles : c'est l'ouvrage de nos jours d'avoir rapporté à l'Electricité certains feux, connus véritablement dans l'Antiquité, mais dont on ignoroit si bien la cause, qu'on les a pris pour des prodiges.

Les phénomènes d'Electricité dans lesquels il y a lumiere ou inflammation, sont ceux qui ont le plus excité l'admiration des Physiciens qui les ont découverts, & l'étonnement des Amateurs ou des Curieux à qui on les a montrés : je n'oublierai jamais la surprise que nous causa, à M. Dufay & à moi, la premiere étincelle

que nous vîmes éclater sur la jambe d'un des nôtres que nous avions électrisé : on se souviendra long-temps d'avoir vu la Cour & la Ville se rendre avec le plus grand empressement dans nos Laboratoires , pour y voir , pour y ressentir cette espece de fulmination qu'on nomme aujourd'hui *l'Expérience de Leyde* ; on se souviendra d'avoir vu jusqu'au peuple s'en divertir à prix d'argent dans les lieux publics.

LA matiere électrique devenant apparente par elle-même , lorsqu'elle s'anime jusqu'à s'enflammer , nous laisse bien mieux appercevoir les différents mouvements dont elle est capable , que dans les autres cas où elle demeure invisible : c'est aussi à la faveur de ces effets accompagnés de lumiere , que nous sommes parvenus à démêler les causes immédiates & à former des conjectures plausibles sur celles qui ne sont pas susceptibles d'être recherchées par la voie de l'expérience : si l'Électricité s'étoit manifestée d'abord par de tels signes , il est à présumer que , n'ayant plus affaire à un être invisible , nous aurions

Les feux électriques plus propres que les autres phénomènes à nous éclairer sur la nature & sur les causes de l'Électricité.

fu plutôt en quoi consiste essentiellement cette mystérieuse vertu. Les faits qui nous restent à expliquer, pour être les plus brillants & les plus singuliers, ne sont pas les plus difficiles.

I. F A I T.

A l'extrémité d'une barre de fer, ou au bout du doigt d'un homme qu'on électrise fortement & de suite, il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés, qu'on entend bruire sourdement & qui fait sur la peau une impression assez semblable à celle d'un souffle léger.

E X P L I C A T I O N.

Comment se forment les aigrettes lumineuses.

Je considère chaque particule de matière électrique, comme une petite portion de feu élémentaire, ou de toute autre matière analogue à celle-là, & capable, comme elle, de s'enflammer par le choc³. Lorsque cette matière, qui s'élance hors du corps électrisé, y rencontre celle qui vient la remplacer¹⁰ & ¹¹, elle reçoit un choc qui la fait briller à nos yeux. Deux cailloux transf-

parents deviennent lumineux en se heurtant ; pourquoi la matiere électrique ne feroit-elle pas la même chose , elle qui ressemble si bien à la matiere de la lumiere , que la plupart des Physiciens pensent que c'est elle-même ?

Les particules de matiere électrique , qui s'allument & s'entre-choquent , & que l'inflammation rend visibles , doivent paroître rangées dans l'ordre avec lequel elles sortent du corps électrisé : or *la matiere effluente s'élance toujours en forme d'aigrettes ou de bouquets épanouis ?*

Si l'inflammation de la matiere électrique vient de la collision des parties qui vont en sens contraires , & de l'éclat subit qui s'ensuit , &c. comme il y a tout lieu de le penser , nous ne devons pas chercher ailleurs la cause de ce petit bruit qu'on entend , quand on apperçoit les aigrettes lumineuses ; car tout corps qui éclate subitement , frappe & fait retentir l'air qui l'environne , plus ou moins fort , suivant la grandeur de son volume & la promptitude de son expansion.

Enfin le souffle léger qu'on sent sur la peau , quand on présente le visage ou le revers de la main aux bouquets lumineux , est l'effet naturel & ordinaire d'un fluide qui a un courant déterminé , & qui se meut avec une vitesse sensible ; or *cette matiere qui brille autour d'une barre de fer électrisée , vient évidemment de l'intérieur de cette barre , & se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance* .

Pour-
quoi ces
feux ne
produi-
sent
qu'un
vent
frais.

ON dira peut-être qu'une matiere enflammée devrait être brûlante , ou chaude au moins , au lieu que les aigrettes lumineuses dont il est ici question , ne font sentir qu'un souffle dont le sentiment tient moins de la chaleur que du frais.

Mais ne fait-on pas que les idées de chaud & de froid sont relatives à nos sens , & que ce qu'on appelle *frais* , n'est autre chose qu'une chaleur très-tempérée & un peu moindre que celle de notre état ordinaire ? Ne fait-on pas aussi que les substances les plus légères , les plus raréfiées , s'embrasent le plus aisément , c'est-à-dire , que telles d'entr'elles s'enflamment

flamment par un degré de chaleur qui suffiroit à peine pour échauffer sensiblement un corps plus dense ? Ne souffre-t-on pas de l'esprit-de-vin ou de l'éther enflammé au bout de son doigt ?

Cela suffit pour nous faire concevoir qu'il peut y avoir de véritables inflammations qui n'atteignent pas au degré de chaleur qui nous est naturel & ordinaire ; telle est apparemment celle de la matiere électrique , lorsque la divergence de ses rayons lui fait prendre un certain degré de raréfaction.

Ce qui rend ma conjecture vraisemblable , c'est que , quand cette même matiere vient à se condenser , alors elle devient un feu assez actif pour entamer les autres corps ; ces mêmes aigrettes , qui ne faisoient sentir qu'un souffle léger , brûlent vivement , comme on le va voir.

I I. F A I T.

Lorsqu'on approche de fort près le bout du doigt , ou un morceau de métal , d'un corps quelconque fortement électrisé , on apperçoit une

458 LEÇONS DE PHYSIQUE

XXI.
LEÇON.

ou plusieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit ; & si ce sont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve , l'effet dont je parle est accompagné d'une piquûre ou d'une commotion qui se fait sentir de part & d'autre.

EXPLICATION.

Ce qui
fait écla-
ter les
étincel-
les élec-
triques.

QUAND on présente un corps non-
isolé (sur-tout si c'est un animal ou
du métal ,) à un autre corps for-
tement électrisé , les rayons effluents
de celui-ci , *naturellement divergents* ⁹ ,
& par conséquent raréfiés , acquièrent
une plus grande force , pour deux
raisons ; 1^o parce qu'ils coulent avec
plus de vitesse ; 2^o parce que leur
divergence diminue , & qu'ils se
condensent : deux circonstances qu'il
est aisé d'observer , si l'on présente le
doigt aux aigrettes lumineuses , &
qui s'expliquent aisément quand on
sait d'ailleurs que *la matiere électrique*
trouve moins de difficulté à pénétrer
dans les corps les plus denses que dans
l'air même de l'athmosphère ⁸. Ce n'est
donc plus seulement une matiere
effluente & rare qui heurte une autre

matiere venant de l'air avec peu de vitesse , comme dans le premier fait ; c'est un fluide condensé & accéléré qui en rencontre un autre (*celui qui vient du doigt* ¹⁴) presque aussi animé que lui & par les mêmes raisons ; ainsi le choc doit être plus violent , l'inflammation plus vive , le bruit plus éclatant.

Si les deux corps qui s'approchent , tant celui qui est électrisé que celui qui n'est point isolé , sont tous deux animés , l'étincelle éclate avec douleur de part & d'autre , parce que les deux filets de matiere enflammée qui se rencontrent & qui se choquent fortement , souffrent chacun une répercussion qui rend leur mouvement rétrograde ; & cette réaction d'un filet de matiere qui se dilate en s'enflammant , doit distendre avec violence les pores de la peau , ou remonter même assez avant dans le bras , comme cela arrive en effet le plus souvent. Une personne électrisée , qui tient en sa main une verge de métal par un bout , ressent, comme par contre-coup , toutes les étincelles qu'on excite à l'autre extrêmité ;

comme aussi ces mêmes secousses se font ressentir au coude de la personne non-isolée qui les excite avec son doigt.

C'est apparemment par cette raison qu'on voit cesser subitement ou diminuer très - considérablement l'Electricité d'un corps , à la surface duquel on excite une étincelle ; car je conçois que cette réaction dont je viens de parler , arrête tout d'un coup l'effluence de la matiere électrique , sans laquelle il n'y a plus d'affluence : & quand ces deux courants n'ont plus lieu , il n'y a plus d'Electricité.

Objection.

ON m'objectera peut-être qu'en vertu de cette répercussion , les effluences ne devroient cesser qu'à l'endroit où l'on excite l'étincelle , & qu'elles devroient continuer partout ailleurs.

Réponse.

Considérons que , *dans les corps électrisés , & électrisables par communication , la matiere électrique se meut avec plus de facilité que dans l'air même* ³. En conséquence de ce principe , nous devons penser , qu'en présentant le doigt de fort près à un conducteur

électrisé , nous déterminons toutes les effluences à quitter leur première direction pour se porter de ce côté-là. Et , en effet , on observe que toutes les fois qu'on approche du conducteur , un corps de même nature , mais non-isolé , les répulsions cessent ou diminuent beaucoup dans les fils d'épreuve ou dans tout ce qui leur ressemble , & que les aigrettes lumineuses s'affoiblissent ou disparaissent. (a)

On ne voit pas la même chose avec les corps électrisés par frottement , parce que *ce sont des milieux aussi peu , & peut-être encore moins perméables que l'air pour la matière électrique* , & que les effluences qui s'élancent de différents points de leur surface , ont moins de peine à continuer leur première route , qu'à revenir à travers l'épaisseur de ces corps , vers le doigt qui les provoque ;

(a) Quand on voudra vérifier ce fait , il faut que ce soit sur un conducteur qui ait reçu la dose d'Électricité qu'on voudra lui donner , & que l'on ne continue pas d'électriser ; car s'il étoit à même de reprendre ce qu'il perd , les affoiblissements dont je parle , ne seroient peut-être pas assez sensibles.

XXI.
LEÇON. ainsi , de toutes ces effluences , on ne répercute jamais que celles qui sortent vis-à-vis du corps qui excite les étincelles : & par-tout ailleurs l'Electricité subsiste avec elles.

I I I. F A I T.

Les étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes sans être provoquées par un autre corps : cela n'est-il pas contraire aux explications précédentes , où l'on prétend que l'effet en question vient du choc de la matière effluente contre la matière affluente qui sort d'un corps plus compact que l'air environnant ?

E X P L I C A T I O N.

D'où viennent les étincelles spontanées.
LES étincelles doivent éclater dans toutes les occasions où les effluences & les affluences se rencontrent & se heurtent avec assez de force ; il est vrai que ce degré de force, qui dépend de la densité des rayons & de leur vitesse , se trouve presque toujours dans le cas où les deux courants s'élançant l'un contre l'autre en sortant de deux corps dont l'un est électrisé , & l'autre seulement électrisable.

par communication ; mais on con-
 çoit aisément que ces deux matieres
 peuvent se choquer de même , &
 produire un effet semblable dans
 d'autres circonstances qui seront
 propres à condenser leurs rayons , &
 à leur donner une certaine énergie ;
 ce n'est qu'autour du verre électrisé
 qu'on remarque ces éclats spontanés ,
 qui d'ailleurs sont assez rares. J'en ai
 produit par fois avec des tubes que
 je frottois dans des temps secs &
 froids , & je les ai attribués aux
 effluences plus fortes que d'ordinaire ,
 & qui , se croisant d'une aigrette à
 l'autre , opposoient à la matiere af-
 fluente une espece de foyer que la
 rencontre étoit capable d'enflammer :
 voyez à la lettre G (fig. 17)
 comment ce concours de rayons
 peut avoir lieu.

On voit encore & plus souvent
 éclater la matiere électrique aux
 bords des carreaux de verre dorés
 qu'on électrise par communication ;
 mais on fait aussi que c'est le cas des
 effluences les plus abondantes & les
 plus rapides ; leur collision avec la
 matiere affluente , (celle-ci ne vint-

elle que de l'air ambiant) doit être forte à proportion ; car la grandeur du choc dépend de la vitesse avec laquelle deux corps se rencontrent , & il suffit que l'un des deux en ait beaucoup pour qu'ils se heurtent d'une manière violente.

Enfin j'ai vu de ces fulminations à des bouteilles pleines d'eau que j'électrifois dans le vuide , & elles ont été quelquefois si violentes que ces bouteilles en ont été brisées : je m'en suis pris de même au choc des deux matieres , & il m'a paru devoir être d'autant plus fort dans ces occasions , que les affluences sont fournies d'assez près par la platine de la machine pneumatique , laquelle étant , comme on fait , de métal , leur donne beaucoup plus d'énergie qu'elles n'en pourroient avoir , si elles sortoient immédiatement de l'air environnant ; ajoutez encore que le vuide dans lequel se fait cette collision des deux matieres , ne cause aucun déchet à la vitesse avec laquelle chacune d'elles se porte vers l'autre.

La rupture de la bouteille est un

effet de la répercussion des effluences, & de la dilatation momentanée que le choc y produit ; j'insisterai davantage sur ceci lorsque j'expliquerai les commotions électriques.

I V. F A I T.

Un homme électrisé qui passe légèrement sa main sur une personne non-isolée, vêtue de quelque étoffe où il y ait de l'or ou de l'argent, la fait étinceller de toutes parts, non-seulement elle, mais encore toutes les autres qui sont habillées de pareilles étoffes & qui la touchent ; & ces étincelles se font sentir aux personnes sur qui elles paroissent, par des picottements qu'on a peine à souffrir.

E X P L I C A T I O N.

CE fait bien considéré n'est au fond que celui-ci qui est plus simple & plus connu. Tandis qu'un fil de métal non-isolé fait étinceller en *E* (*fig.* 19) un corps qu'on électrise, il étincelle lui-même par son autre extrémité *F*, s'il s'y rencontre quelque autre corps non-isolé qui lui soit

Com-
ment les
étincel-
les se
mul-
tiplient
par plu-
sieurs pe-
tits con-
ducteurs
presque
contigus
les uns
aux au-
tres.

presque contigu ; & l'on peut multiplier cet effet en arrangeant ainsi de pareils corps à la suite de celui qui se présente au corps électrisé , en observant toujours de les tenir séparés les uns des autres par un très-petit intervalle.

Je dis que notre quatrieme fait revient à celui-là ; car ce sont des petits fils , ou des petites lames d'or & d'argent , dont la continuité a été interrompue par les accidents que l'étoffe a soufferts ; ce sont des portions de métal séparées les unes des autres par la soie , ou en général par les matieres qu'on a fait entrer avec elles dans le tissu : il ne s'agit donc plus que de rendre raison de ce dernier fait , & voici comment on le peut faire.

Quand le premier de ces fils de métal qui sont à la suite les uns des autres , se trouve assez près du corps qu'on électrise , la matiere effluente de celui-ci , & la matiere affluente qui vient de celui-là , s'enflamment en se choquant , & cette collision rend ces deux courants de matiere électrique rétrogrades , comme je l'ai

fait entendre plus haut. Voici ce que cela produit dans les petits intervalles *FGHI*, &c ; la matiere qui sortoit du premier corps pour aller au conducteur isolé , étant répercutée vers *F* , rencontre & répercute à son tour , celle qui débouche du second avec la même tendance ; celle-ci , en rétrogradant , fait la même chose en *G* , & ainsi de suite ; & tant que ces répercussions sont assez fortes , elles se manifestent par des coups de lumiere ; & par des secouffes sensibles quand elles aboutissent à des corps animés.

XXI.
LEÇON.

Cette explication convient non-seulement aux feux électriques , dont on fait briller les étoffes enrichies d'or & d'argent ; mais encore à ceux qu'on voit pétiller en pareil cas , & serpenter sur les couvertures des livres , sur les papiers qui portent des ornements formés avec quelque matiere métallique , sur la surface étamée des miroirs , le long des chaînes , qu'on fait étinceler par un bout , &c.

Et comme les mouvements de la matiere électrique suivent volontiers

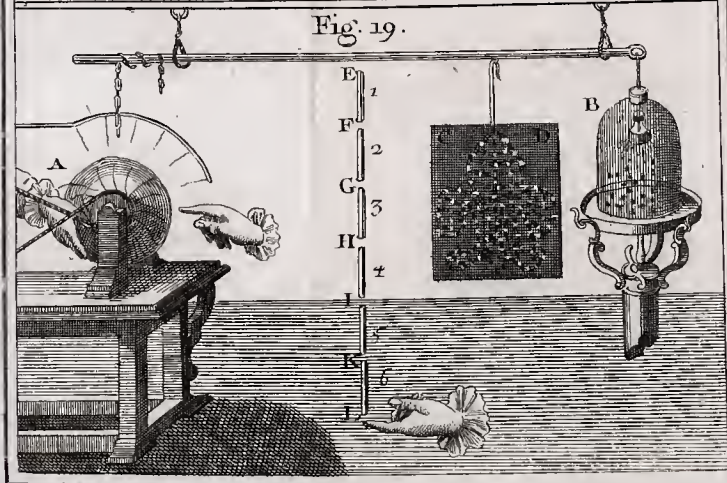
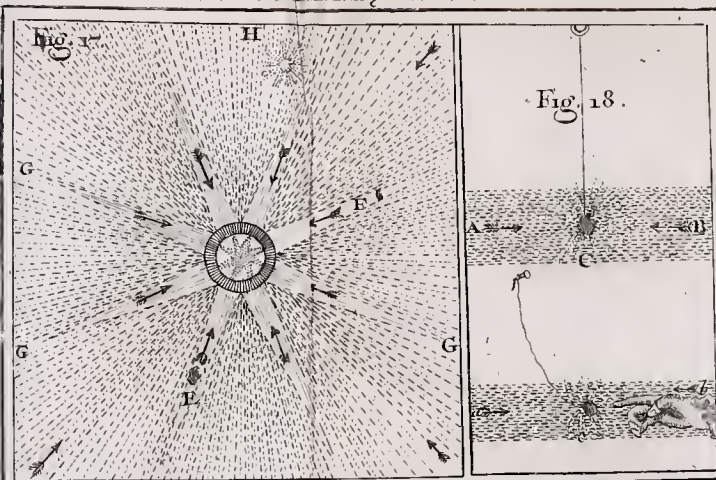
XXI.
LEÇON. les différentes directions qu'on peut faire prendre aux corps qui la transmettent , on peut arranger sur un carreau de verre ou sur une glace des petits bouts de fil de fer , suivant tel dessein qu'on voudra , comme *CD* (*fig. 19* ,) & faire étinceller le premier en l'approchant d'un corps fortement électrisé ; toutes les petites lumières qui éclateront dans les intervalles , rendront visible dans l'obscurité le dessein qu'on aura suivi.

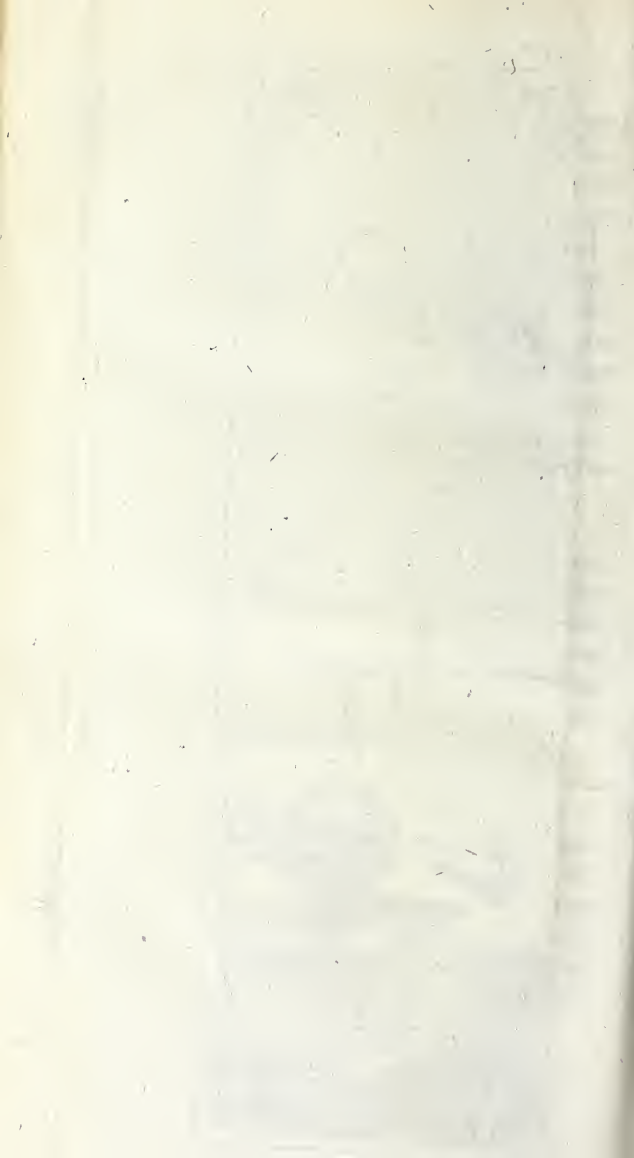
V. F A I T.

Une personne électrisée , sur-tout si elle l'est par le moyen du globe de verre , allume avec le bout de son doigt de l'esprit-de-vin , ou une autre liqueur inflammable , légèrement échauffée , que lui présente une autre personne non-isolée.

E X P L I C A T I O N.

Ce qui cause les inflammations électriques. *IL y a toute apparence que la matiere qui fait l'Électricité , ou qui en opere les phénomènes , est la même que cet élément qu'on appelle feu ou lumière³ , & sur l'existence duquel presque tous les Physiciens sont d'accord aujourd'hui :*





or cette matiere quand elle est animée d'un certain degré de mouvement , & qu'elle est armée , pour ainsi dire , *de quelque matiere plus grossiere qu'elle-même* ³ , devient capable d'entamer les autres corps , de les pénétrer , & de les réduire en flamme & en fumée. L'étincelle qui naît par le choc des deux matieres effluente & affluente , augmente jusqu'à causer l'inflammation d'une liqueur qui s'y trouve toute disposée par sa nature , & par un certain degré de chaleur qu'on lui a fait prendre.

Je ne crois pas ce degré de chaleur préparatoire d'une nécessité absolue pour le succès de l'expérience ; dans le cas d'une Electricité très-forte , on enflammera peut-être l'esprit-de-vin qui n'aura que la température ordinaire d'une chambre fermée , dans une saison moyenne : mais pour sentir pourquoi l'on rend cette inflammation électrique plus facile en chauffant un peu la liqueur , qu'on se souvienne que l'étincelle qui produit cet effet , doit naître du choc des deux matieres ; savoir , de celle qui s'élance du doigt électrisé , & de

celle qui vient de la liqueur en sens contraire : or toute matiere électrique sort difficilement d'un corps solide ou fluide qui est gras , résineux , ou sulfureux , comme l'esprit-de-vin , &c. à moins que ce corps n'ait été chauffé ou frotté⁷.

C'est encore pour cette raison qu'il vaut mieux tenir la liqueur qu'on veut enflammer , dans une cuiller de métal , ou dans le creux de la main , que dans du verre , de la faïance , &c ; car comme la matiere électrique sort des métaux & des corps vivants avec plus de force que des autres⁷ , celle qui viendra de la cuiller ou de la main , après avoir pénétré à travers la liqueur , donnera lieu à un choc plus violent , à une étincelle plus brûlante.

L'effet est toujours le même , soit que l'esprit-de-vin soit tenu par la personne électrisée ou par l'autre ; car de l'une ou de l'autre maniere on conçoit aisément qu'il y a conflit des deux matieres effluente & affluente à la surface de la liqueur , & cela suffit pour l'inflammation. Ce qui prouve bien que cet effet dépend essentiellement du choc de ces

deux matieres , c'est qu'il manque XXI.
LEÇON.
totalement , quand au lieu du doigt ,
on présente un bâton de cire d'Es-
pagne , ou un morceau de soufre , d'où
l'on fait qu'il ne sort point de matiere
électrique ⁷ , sinon quand elle est ex-
citée par le frottement.

V I. F A I T.

Si l'on tient dans une main un
vase de verre ou de porcelaine en
partie plein d'eau , dans lequel soit
plongé le bout d'une verge de mé-
tal électrisée , & qu'on approche
l'autre main de cette verge pour
exciter une étincelle , on sent une
violente & subite commotion dans les
deux bras , & souvent même dans la
poitrine , dans les entrailles , & gé-
néralement dans toutes les parties du
corps (a) (*fig. 20.*)

E X P L I C A T I O N.

TOUT nous indique , & nous porte Com-
ment se
fait la
commo-
tion
dans
l'expé-
rience de
Leyde.
à croire que la *matiere électrique* est

(a) On connoît maintenant ce fait sous le
nom d'*Expérience de Leyde* , parce que c'est
dans cette ville qu'elle paroît avoir été faite
pour la premiere fois.

un fluide très-subtil , très-élastique , qui réside par-tout au-dedans comme au dehors des corps ⁴. Il est par conséquent au-dedans de nous-mêmes ; & si nous en jugeons par la facilité avec laquelle il y entre & en sort , par l'extrême finesse de ses parties , par la porosité de notre matière propre , nous n'aurons pas de peine à comprendre qu'il jouisse en nous d'une parfaite continuité , & que ses mouvements y puissent être au moins semblables à ceux des autres fluides que nous connoissons mieux. Or , qu'arriveroit-il à un tonneau , si la liqueur qui le remplit étoit frappée par quelqu'endroit ?

Tous ceux qui ont quelque idée de Physique , conviendront que le choc seroit réparti à toute la masse liquide , & que tous les points de la surface intérieure du vaisseau s'en ressentiroient ; on m'accordera encore que si la liqueur , au lieu d'un seul choc , en recevoit en même temps deux par des parties opposées , la commotion générale dont je viens de parler , en seroit plus forte. Hé bien , l'homme qui fait l'expérience

science de Leyde est dans un cas semblable à celui du tonneau. La matiere électrique dont il est rempli & intimement pénétré, se trouve frappée ou répercutée toute à la fois par deux côtés opposés dans le moment qu'il excite l'étincelle au conducteur; & c'est ce qu'il est important de prouver.

Comme la matiere électrique devient lumineuse quand elle est choquée, faisons entrer des corps diaphanes dans notre expérience, & voyons si la commotion s'y rendra sensible par une lumiere interne; dans cette vue, au lieu d'une seule personne, j'en emploie deux, dont l'une tient le vase rempli d'eau, tandis que l'autre excite l'étincelle; & je leur fais tenir à chacune, par un bout, un tube de verre rempli d'eau. Lorsque l'explosion se fait, & que les deux corps animés ressentent la secousse, le tube intermédiaire qui les unit, brille d'un éclat de lumiere aussi subit & d'aussi peu de durée que le coup qui faist les deux personnes appliquées à cette épreuve; n'est-il pas tout-à fait probable qu'on

verroit en nous la même chose , si nous étions transparents comme le verre & l'eau.

Au lieu du tube plein d'eau , si les deux personnes qui font l'expérience , se présentent mutuellement un œuf cru l'une à l'autre , à la distance de quelques lignes ; au moment de la commotion , si c'est dans la nuit , ou dans un lieu obscur , on voit étinceler l'extrémité de chacun des deux œufs , & tous les deux paroissent également remplis de lumière , (*fig. 21.*)

Mais ce qui prouvé incontestablement que dans cette expérience , comme dans toutes les autres de ce genre , le feu électrique agit en deux sens opposés , c'est que si on lui donne à percer des corps filandreux ou mols , comme du papier , des feuilles d'étain battu , &c. il forme de part & d'autre des bavures , par lesquelles il est aisé de juger que les trous ont été faits par des agents directement opposés. *Voyez ma cinquieme Lettre sur l'Electricité , page 121 , &c. & le quatrieme Mémoire de M. Symmer , traduit & imprimé en*

Français, chez Guérin & Delatour, pag.
90 & suiv.

XXI.

LEÇON.

Mais d'où vient ce double choc de la matiere électrique ? & pourquoi est-il plus violent dans le cas dont il s'agit que dans les autres ?

C'est un fait, que les étincelles qu'on tire d'un conducteur garni de verre par celle de ses extrémités qui est opposée au globe, sont plus fortes, plus sensibles que celles qu'on tireroit du même corps sans cette circonstance ; j'en appelle au témoignage de tous ceux qui, voulant faire l'expérience de Leyde avec une verge de fer aboutissant dans une bouteille en partie pleine d'eau, ont présumé en approchant le doigt de ce conducteur seulement, avant que de tenir le vase : ils conviendront que les étincelles en pareil cas, pignent tout autrement qu'à l'ordinaire. Et en voici, je crois, la raison, c'est que la matiere électrique poussée par le globe, ayant peine à percer à travers l'épaisseur de la bouteille, reflue en partie par le conducteur, & se précipite avec d'autant plus de force sur le doigt

qu'on y présente ; *ce doigt étant pour elle un milieu de facile accès* ? ; delà naît un choc plus violent contre le courant de la matiere électrique qui va du doigt au conducteur.

Mais ces deux courants , (celui qui vient du conducteur & celui qui coule du doigt) se répercutent mutuellement ; & suivant la loi des corps à ressort , le reflux du premier s'annonce par un éclat de lumiere qui remplit ordinairement la bouteille : & celui du second deviendra sensible par une étincelle , si la personne qui fait l'expérience , au lieu de toucher la bouteille , approche son doigt d'un morceau de métal , ou de quelque autre corps semblable non-isolé.

Si l'on suppose maintenant que la personne en tirant l'étincelle du conducteur , ait son autre main appliquée à la bouteille , on concevra aisément qu'en cet endroit il doit y avoir un violent contre-coup causé par la rencontre des deux courants , devenus rétrogrades par le premier choc. Je dis violent , parce que l'expérience nous montre que le verre

électrisé donne à la matiere électrique ~~_____~~ qui le pénètre , une énergie qu'elle n'acquiert pas en traversant les conducteurs ordinaires , soit qu'il réagisse sur elle par le mouvement intestin dont il s'anime en s'électrisant , soit que sa porosité , par quelque qualité particuliere & secrète , lui procure une plus grande vitesse.

XXI.
LEÇON.

VII. FAIT.

Il faut , pour réussir dans l'expérience que j'ai rapportée pour fixieme fait , que le vase qui contient l'eau soit de verre , de porcelaine , de grais. (a) Un vase de métal , de bois , ou de quelque autre substance propre à faire des conducteurs , n'auroit pas le même succès.

EXPLICATION.

C'est une chose indispensablement nécessaire que la main qui touche , avant qu'on excite l'étin-

Pour-
quoi
dans cet-
te expé-
rience le
vase qui
contient
l'eau
doit être
de verre ,

(a) J'ai reconnu depuis que le crystal de roche , le talc , & quelques autres matieres dures & transparentes du regle minéral , peuvent tenir lieu de verre dans l'expérience de Leyde.

XXI.
LEÇON.
ou de
quelque
matière
vitrifiée.

celle , ne fasse pas perdre à la verge de fer son Electricité ; car si cela arrivoit , ce seroit fort inutilement qu'on essaieroit de faire étinceler cette verge avec l'autre main ; & c'est un fait connu depuis long-temps , qu'on *désélectrise aisément (a) & promptement une barre de fer en la touchant avec la main* ^{17.}.

Un autre fait qui est aussi constant , mais plus nouveau , c'est que le vase de verre rempli d'eau , lequel s'électrise par communication dans cette expérience , ne cesse pas d'être fortement électrique , pour être touché ou manié par la personne non-isolée qui le soutient ; cet attouchement fait au vase ne change donc rien à l'état de la verge de fer qui lui transmet l'Electricité : ainsi l'on pourra toujours faire étinceler cette verge , & par conséquent exciter la commotion qui est le résultat ordinaire de cette épreuve , tant que la verge de métal qui conduit l'Electricité sera plongée dans un

(a) J'appelle ici *désélectrifier* , ôter au conducteur les signes d'Electricité , qui se manifestent sur sa longueur quand il est isolé.

vase de verre ou de porcelaine , parce que les matieres vitrifiées , ou à demi-vitrifiées , lorsqu'elles deviennent fortement électriques , *continuent de l'être assez long-temps , quoique touchées par des corps qui ne le sont pas* ^{18.}

La bouteille électrisée pour l'expérience de Leyde , perd son Electricité peu à peu , mais elle est très-long-temps à la perdre entièrement : je lui en ai trouvé des signes encore très-sensibles après un espace de temps de plus de 36 heures ; & ce qu'il y a de singulier & de très-vrai , quoi qu'en disent quelques Auteurs , c'est que cette Electricité se conserve mieux & plus long-temps , quand la bouteille est posée sur des corps électrisables par communication , que quand elle est isolée , ou posée sur du verre , apparemment parce que , dans le premier cas , le support fournit des *affluences* de matiere électrique , & reçoit en lui les *effluences* de la bouteille , ce que ne peut pas faire aussi bien une matiere telle que le verre qui n'a été ni frotté , ni chauffé ^{7.} Voyez sur cela mon *Essai sur l'Électricité des corps* , page 203.

REMARQUES.

XXI.
LEÇON.

Epoque
de l'ex-
périence
de Ley-
de.

L'EXPÉRIENCE que je viens d'ex-
pliquer, n'a été connue en France
qu'au commencement de l'année
1746, par deux lettres datées de
Leyde, l'une de feu M. Muschen-
broek à feu M. de Réaumur, & l'au-
tre de M. Allaman à moi, lesquelles
nous l'annoncerent comme une nou-
velle découverte, & dans des termes
capables d'effrayer. Ces Messieurs ne
nous ayant point marqué expressé-
ment par qui elle avoit été faite pour
la première fois, je pris le parti de la
nommer *l'Expérience de Leyde*, nom
qu'elle a toujours porté depuis. Je
m'appliquai particulièrement, &
par ordre de l'Académie, à revoir
ce singulier phénomène, à l'exami-
ner dans toutes ses circonstances,
pour être en état de dire en quoi il
consiste essentiellement, & quelles
en sont les causes immédiates, ou
du moins les plus prochaines. Au
bout de trois mois, j'en rendis compte
par un Mémoire (a), où l'on trouve
à

(a) Mémoires de l'Académie Royale des
Sciences, 1746, pag. I & suiv. Pl. I, fig. I.

à ce sujet beaucoup de détails dont voici les principaux articles :

1° La qualité du verre qu'on emploie dans cette expérience , ne tire point à conséquence ; le plus commun comme le plus fin m'ont paru réussir également , toutes choses égales d'ailleurs.

2° Le verre n'est point la seule matière avec laquelle on puisse faire l'expérience ; j'y ai substitué , avec un certain succès , la porcelaine , l'émail , le grais , le crystal de roche , le talc , &c.

3° Quand la bouteille est d'un verre mince , elle vaut mieux que s'il étoit plus épais.

4° Une grande bouteille vaut mieux qu'une petite , jusqu'à un certain point cependant ; car quand la surface du verre est excessivement grande , elle ne procure point un plus grand effet que si elle étoit moindre.

5° La figure est une chose fort indifférente ; on peut se servir d'une capsule ou d'une jatte , aussi-bien que d'une bouteille (*fig. 22.*)

6° Il est nécessaire que le vaisseau de verre soit bien sec & bien

XXI.

LEÇON.

Résultat
de l'exa-
men qui
en fut
fait par
ordre de
l'Acadé-
mie

Royale
des
Sciences.

essuyé au-dehors ; & même au-dedans , à la partie qui n'est point remplie d'eau.

7° Car c'est une attention qu'on doit avoir de ne le point remplir entièrement.

8° L'eau qu'on met dans le vaisseau ou dans cette bouteille , peut être froide ou chaude : il m'a paru que l'effet pouvoit devenir plus grand avec l'eau chaude ; mais comme elle s'exhale en vapeur , elle mouille la partie du vaisseau qui doit rester vuide & seche , & c'est un inconvénient.

9° J'ai substitué à l'eau , du mercure , du menu plomb à giboyer , des broquettes , de la limaille de fer , de cuivre , &c. avec un plein succès ; cependant il m'a semblé que l'eau faisoit encore mieux.

10° Les huiles , le soufre fondu , l'esprit-de-vin , & généralement toutes les matieres grasses ou spiritueuses , m'ont mal réussi.

11° L'effet est plus grand & plus sûr , quand la bouteille repose sur la main d'un homme , ou sur un support électrisable par communication ,

que lorsqu'on la laisse isolée ; mais il est sûr que dans ce dernier cas elle s'électrise assez pour donner la commotion.

12° Une chose absolument essentielle , c'est qu'il s'établisse une communication non - interrompue entre la surface extérieure de la bouteille & le conducteur qui y transmet l'Electricité.

13° Cette communication peut se faire par une seule personne, qui ait une main appuyée à la bouteille, tandis qu'avec l'autre main elle excite une étincelle au conducteur ; mais on peut aussi former cette communication avec plusieurs qui se tiennent par la main ou autrement , & dont la première tienne la bouteille , tandis que la dernière fait étinceler le conducteur ; j'en ai employé jusqu'à 300 avec une pleine réussite.

14° Cette même communication peut être formée avec toute autre chose que des corps animés ; mais il est de toute nécessité que les corps qu'on emploie à cet usage soient de ceux qu'on nomme *Conducteurs* , c'est-à-

~~XXI.~~ dire , électrisables par communi-
 cation.

XXI.
 LEÇON.

15° Il n'est pas nécessaire que ces corps , qui forment la communication , soient isolés.

16° Les autres corps qui touchent ceux par qui la communication est formée , ne participent point à la commotion que ceux-ci éprouvent.

17° Les corps qui forment la communication , & en qui se passe la commotion , ne donnent extérieurement aucun des signes ordinaires d'Electricité ; ils n'attirent & ne repoussent point les corps légers qui sont autour d'eux.

18° La commotion , dans l'expérience de Leyde , se transmet par les matieres fluides comme par les solides.

19° Cette même commotion s'étend à des distances prodigieuses , en un clin d'œil.

20° Elle peut être assez violente pour tuer des animaux : & ceux qui périssent ainsi , ie trouvent après la mort , dans l'état de ceux qui sont foudroyés par le tonnerre.

21° Il n'est pas besoin d'employer un vaisseau creux , ni de l'em-
 plir d'eau ; un carreau de verre en-
 duit de quelque métal de part &
 d'autre , peut être mis en place de
 la bouteille : mais alors il faut laisser
 à l'une & à l'autre surface 2 pouces
 de bords qui ne soient point enduits
 (fig. 23.)

22° Un bout de tuyau de verre ,
 enfilé sur le conducteur , m'a souvent
 fait ressentir la commotion , lorsque
 j'y pensois le moins.

23° En 1747, je fis voir , que l'ex-
 périence de Leyde peut se faire très-
 bien avec un vaisseau de verre qui
 ne contienne ni eau , ni métal , mais
 qui soit seulement bien purgé d'air :
Mémoires de l'Académie des Sciences ,
 1747 , page 24. Enfin je fais de bonne
 part , qu'une personne a ressenti une
 commotion semblable à celle qui
 caractérise l'expérience de Leyde ,
 en frottant d'une main le dos d'un
 chat , tandis que l'autre main étoit
 à une très-petite distance du nez de
 l'animal ; cet effet est rare , parce
 qu'il faut un temps très-favorable à
 l'Electricité , un chat très-électrisa-

XXI.
 LEÇON.

486 LEÇONS DE PHYSIQUE

~~XXI.~~
LEÇON. ble ; & si l'on en fait l'essai , on doit le tenir sur quelque étoffe de soie , & le frotter un certain temps avant que de porter le doigt à son nez (*fig. 24.*)

De tous ces faits bien constatés , il y a 16 ou 17 ans , j'ai tiré la conséquence suivante , dans laquelle je persiste ; savoir :

Consé-
quence
tirée de
ces résul-
tats.

QUE dans l'expérience de Leyde , tout consiste à électriser fortement , par communication , un corps de telle espèce qu'il puisse être , (pourvu qu'il soit de ceux qu'on peut toucher pendant un certain temps sans les déléctriser ,) ce corps touchant d'une part au conducteur isolé , par où il s'électrise , & de l'autre à un conducteur , isolé ou non , qui tire une étincelle du premier.

VIII. FAIT.

Un globe ou un tube de verre , dont on a ôté l'air par le moyen d'une machine pneumatique , ou autrement , devient tout lumineux en dedans , lorsqu'on le frotte par dehors , & ne donne aucun signe un peu considérable d'Electricité : c'est-

Fig. 25.



Fig. 22.



Fig. 21.



Fig. 20.

Fig. 24.



à-dire , qu'on ne lui voit attirer ni repousser sensiblement les corps légers qu'on lui présente , & qu'on ne ressent & n'apperçoit autour de lui aucune de ces émanations qui s'y font sentir , quand il est frotté dans son état ordinaire.

XXI.
LEÇON.

Il se présente ici deux effets ; le premier est cette lumière diffuse qu'on voit briller dans le vaisseau purgé d'air , le second est la privation de l'Electricité , occasionnée par le vuide.

EXPLICATION.

L'ÉLEMENT du feu , ce fluide subtil , qui , selon toute apparence , ne laisse aucun espace vuide dans la nature , remplit seul la capacité du vaisseau purgé d'air : il jouit d'une mobilité parfaite , parce qu'il n'est embarrassé par aucune substance étrangere , & que la continuité de ses parties ne souffre aucune interruption : dans cet état il reçoit avec autant de facilité que de promptitude , les secousses réitérées que lui impriment les parties du verre agitées par le frottement ; or le feu purement

D'où naît cette lumière diffuse qui brille dans les vaisseaux de verre qu'on électrise après les avoir purgés d'air.

488 LEÇONS DE PHYSIQUE

XXI.
LEÇON.

élémentaire , & qui n'est uni à aucune autre matiere capable de retarder son expansion , s'allume au moindre mouvement , mais son inflammation se termine à une simple & subite lueur.

Pour-
quoi ces
vaisseaux
ne mon-
trent au-
cuns si-
gnes d'é-
lectricité
au-de-
hors.

QUANT au second effet , il vient de ce que la matiere électrique , *que le verre frotté a coutume de lancer dans l'air qui l'environne , se porte de préférence dans l'intérieur du vaisseau où l'on a fait le vuide* ⁸ & ¹⁰ , parce qu'elle y trouve moins de résistance : dès qu'il n'y a plus d'effluences au dehors , les affluences n'ont plus lieu , non plus que les attractions & les répulsions , qui sont les effets ordinaires de ces deux courants.

Pour-
quoi cer-
tains Ba-
rometres
sont lu-
mineux.

La matiere électrique devient toujours lumineuse dans le vuide , soit que le vaisseau soit frotté par-dedans ou par-dehors ; elle le devient également par l'action même des parties du verre frotté , ou par le choc d'une matiere semblable introduite par un conducteur , ou tamisée à travers l'épaisseur du vaisseau ; c'est pour cela qu'un barometre qui a été rempli au feu , paroît tout lumineux dans sa partie supérieure , lorsqu'en

faisant balancer le mercure , on excite un frottement contre la surface intérieure du tube : c'est encore par la même raison qu'on fait naître des élancements de lumière dans un matras purgé d'air , quand on le frotte extérieurement , ou quand on agite un peu de mercure qu'on y a renfermé à dessein. Enfin on produit un effet assez semblable dans un globe de verre dont on a épuisé l'air , en le faisant tourner vis-à-vis & à une petite distance d'un autre globe qu'on électrise à l'ordinaire par le frottement ; dans ce dernier cas , ce sont les effluences du globe frotté , qui , pénétrant dans l'autre , allument par leur choc la matière électrique qu'il renferme.

I X. F A I T.

Un globe de verre enduit de cire d'Espagne par-dedans , & que l'on frotte après l'avoir purgé d'air , devient lumineux intérieurement comme dans le septieme fait ; mais ce qu'il y a de plus remarquable , c'est qu'en regardant par un des poles (que l'on a soin de ne point enduire

490 LEÇONS DE PHYSIQUE

XXI.
LEÇON.

comme le reste), on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobstant l'opacité naturelle de la cire d'Espagne.

EXPLICATION.

Pour-
quoi
dans
l'expé-
rience
d'Hau-
bée on
apper-
çoit la
main
qui frot-
te le glo-
be à tra-
vers la
cire
d'Espa-
gne dont
il est en-
duit in-
térieure-
ment

La matiere électrique qui sort de la main ¹⁴, contre celle qui fait effort pour sortir du verre frotté ¹⁰, s'anime d'un mouvement qui la rend lumineuse ; des morceaux d'agate ou des cailloux qui se heurtent, paroissent tous brillants de lumière dans l'obscurité : pourquoi la matiere électrique, plus dure & plus élastique que ces corps, ne produiroit-elle pas un pareil effet par le choc de ses parties ? Les doigts se distinguent donc, & se dessinent par la lumière qui naît entr'eux & le verre ; & cette lumière, qui n'est autre chose que la matiere électrique enflammée, se communique de proche en proche, & suivant l'ordre des parties frottantes, à la matiere électrique résidente dans la couche de cire d'Espagne qui enduit intérieurement le globe ⁴, & donne par-là à cette cire, naturellement opaque, assez de transparence

pour transmettre l'image de la main ~~appliquée~~
appliquée au vaisseau.

XXI.
LEÇON.

X. F A I T.

Le conducteur électrisé par un globe de verre, lance des aigrettes très-grandes & très-épanouies ; & les pointes de métal qu'on y présente, ne produisent que des feux beaucoup plus courts (des points lumineux) (*A, fig. 25.*)

Avant que d'entrer dans l'explication de ce fait, il est à propos de remarquer, 1^o qu'il n'a lieu que quand le corps non-isolé qu'on présente au conducteur, est terminé par une pointe fort aiguë ; car, quoique pointu, s'il est fort moufle, il produit une aigrette ou une gerbe de rayons lumineux, dont l'éruption n'est point équivoque.

Observations importantes.

2^o Qu'aux pointes mêmes les plus aiguës, le point lumineux bien observé, est une véritable aigrette qui s'élance vers le conducteur, comme il a été prouvé dans la seconde Section.

3^o Que ces feux plus ou moins marqués, suivant la nature, la gran-

deur , la forme , le degré de proximité du corps non-isolé qui les produit , sont toujours moins grands , moins continus , que ceux qui viennent du conducteur contr'eux.

E X P L I C A T I O N .

Pour-
quoi la
pointe
non iso-
lée ,
qu'on
présente
à un
conduc-
teur élec-
trisé
par le
verre, ne
montre
qu'une
très-pe-
tite ai-
grette, un
point lu-
mineux.

Après les trois remarques que je viens de faire , on doit considérer que *des deux courants de matiere électrique , d'où dérivent tous les phénomènes de ce genre , il faut presque toujours en supposer un plus fort que l'autre* ¹² : sans cela les effluences ne pourroient s'élancer au-dehors , ni les affluences s'avancer vers le corps électrisé : sans cela le choc qui rend ces deux matieres lumineuses , les réduiroit aussi au repos , ou les feroit rétrograder toutes deux ; sans cela il n'y auroit ni attractions , ni répulsions , ces mouvements apparents n'étant que l'effet sensible de la matiere invisible qui entraîne les petits corps d'un côté ou de l'autre.

On attribue , avec beaucoup de vraisemblance , les émissions électriques (les effluences) au mouvement

de vibration que le frottement excite dans les parties du corps qu'on électrise. Or le verre ayant plus de roideur & de ressort que toutes les autres substances qui sont électrisables comme lui, est plus susceptible qu'aucune d'elles, de cette espèce de mouvement; il doit par conséquent lancer avec supériorité la matière électrique, ou dans l'air, ou dans les conducteurs qui sont à sa portée.

Aussi l'expérience est-elle tout-à-fait d'accord avec ce raisonnement. Autour d'un verre nouvellement frotté, autour d'une barre de fer qui reçoit de lui l'Électricité, on sent, & plus fortement & de plus loin, les émanations électriques, qu'autour du soufre, de la cire d'Espagne, &c; les feux électriques lancés par ces dernières substances, sont toujours beaucoup moins apparents que les aigrettes d'un conducteur électrisé par le verre.

Plus les effluences sont fortes, soit par la vitesse de leur mouvement, soit par la densité de leurs rayons, moins les affluences trouvent de fa-

XXI.
LEÇON. cilité pour se porter au corps électrisé : celles-ci doivent donc déboucher difficilement du doigt d'un homme non-isolé, ou d'une pointe qui se trouve vis-à-vis d'un conducteur qu'on électrise avec le verre ; & c'est par cette raison , sans doute , qu'un corps très-aigu ne produit en pareil cas qu'une aigrette très - mince & très-courte , & que d'un corps plus moufle , le même feu , quoique plus ample & plus nourri , ne sort que par des éruptions interrompues.

X I. F A I T.

Si le couffin ou l'homme qui frotte le globe de verre est isolé , & qu'il ait quelque partie saillante & pointue qui se porte dans l'air , au lieu d'une aigrette semblable à celle du conducteur *A* (*fig. 25*), on ne voit à cette pointe *B* , (*fig. 26*) qu'un feu très-court , un point lumineux.

Mais observez que ce point lumineux vu à la loupe , si la vue simple ne suffit pas , est une véritable aigrette , qu'il a un mouvement progressif en avant , ce qu'on reconnoît

aisément en lui présentant la fumée d'une chandelle nouvellement éteinte, la flamme d'une petite bougie, ou le revers de la main, pour sentir le souffle qui sort de la pointe lumineuse.

XXI.
LEÇON.

EXPLICATION.

CE feu électrique est court, parce que ce sont des effluences foibles dans leur origine, & retardées dans leur mouvement par des affluences accélérées.

La force des effluences vient principalement, comme nous l'avons dit, des vibrations libres des parties du verre: sous le coussin, ou sous la main qui frotte, ce mouvement est gêné par l'attouchement; & les pores du verre plus dilatés en cet endroit que par-tout ailleurs, sont plus disposés à recevoir la matiere électrique, qu'à la pousser au-dehors. Il ne peut donc naître delà que des émissions foibles & languissantes; & une preuve que les affluences profitent de cet affoiblissement, pour entrer en plus grande abondance dans le coussin qui frotte, c'est que si

Pour-
quoi la
pointe
d'un
coussin
isolé qui
frotte le
verre, ne
montre
qu'une
très-pe-
tite ai-
grette,
un point
lumi-
neux.

l'on y présente une lame mince, ou une pointe de quelque métal à la distance d'un pouce ou environ, on en verra couler un feu plus ample & plus alongé que si on la présentait au conducteur ou au globe. (*C*, *fig. 26.*)

XII. F A I T.

Quand on électrise avec le globe de soufre, un conducteur terminé en pointe, au lieu d'une belle aigrette comme dans le dixieme fait, on n'apperçoit qu'un point lumineux à l'extrémité la plus reculée du globe. (*D*, *fig. 27*); & si l'on y présente une pointe non-isolée, elle produit une aigrette *E*, plus alongée que le point lumineux qu'on y verroit, si elle étoit vis-à-vis le conducteur électrisé avec du verre.

E X P L I C A T I O N.

Pour-
quoi
l'on ne
voit
qu'un
feu très-
court,
un point
lumi-
Dès qu'il est bien prouvé par les expériences que nous avons rapportées dans la seconde Section, que les points lumineux sont de véritables effluences de la matiere électrique, le fait dont il est ici question, nous

nous indique par l'inspection même des feux qu'on observe en *D* & en *E*, & encore en observant les écoulements lumineux qui se répandent en *F* du conducteur sur le globe, que les effluences excitées par le soufre sont moins fortes que les affluences auxquelles il donne lieu, quand il est frotté : j'en vois une raison assez plausible, en observant que ce minéral, quoique dur & élastique, ne l'est pas à beaucoup près autant que le verre, ce qui fait qu'il ne peut pas lancer avec autant de force que lui, le fluide électrique qu'il a reçu dans ses pores. Mais s'il a moins de ressort & de réaction, il se dilate davantage que lui : le moindre frottement, le moindre degré de chaleur, ouvre ses pores jusqu'à faire craquer toute la masse, & même jusqu'à la briser : il est tout simple qu'avec cette qualité, il reçoive & absorbe, pour ainsi dire, plus aisément la matiere électrique, qu'il ne la pousse au-dehors.

Mais, dit on, puisque cela arrive toujours ainsi avec le soufre, la cire d'Espagne, le coussin isolé qui frotte le verre, & que l'on voit toujours le

XXI.
LEÇON.

neux, à la pointe d'un conducteur électrisé par le soufre.

XXI.
LEÇON.

contraire avec le globe de verre, n'est-on pas bien fondé à admettre deux especes d'Electricités, l'une appartenante au verre, l'autre aux matieres résineuses ?

La différence entre les deux électriques produits par le soufre, & ceux que le verre fait naître, ne suffit pas pour établir l'existence de deux electricités essentiellement différentes.

A PARLER exactement, je ne pense pas qu'on puisse dire qu'il y a dans la nature deux Electricités *essentiellement différentes*, parce que dans l'Electricité produite par le verre, comme dans celle qui naît du soufre & des matieres que nous nommons *résineuses*, c'est le même fluide qui agit, & qu'il agit toujours de même ; c'est-à-dire, en se partageant en deux courants dont les directions sont opposées, & parce que les différences qu'on remarque dans ces deux Electricités, ne sont que des *plus* & des *moins*, ou de simples accidents qui ne touchent point à la nature des choses : mais à cela ne tienne que je ne sois d'accord avec ceux qui s'obstinent sur la nécessité d'admettre ces distinctions ; je dirai, tant qu'on voudra, que l'Electricité du verre se distingue de celle du soufre, par la grandeur & l'arrangement des feux qu'elle produit ; j'appellerai la pre-

miere Electricité *en plus*, & la seconde Electricité *en moins*, pourvu que l'on convienne que dans celle-ci & dans celle-là, il y a toujours deux courants de matiere qui vont en sens contraires l'un de l'autre.

XIII. FAIT.

Un conducteur isolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de soufre, que l'on électrise le plus également qu'il est possible, n'acquiert, dit-on, *aucune* Electricité, ou perd *entièrement* celle qu'il a.

C'est ainsi que ce fait est énoncé par quelques Auteurs qui admettent dans la nature deux *Electricités essentiellement différentes*, & qui se détruisent mutuellement dans le même sujet.

Correc-
tif à
mettre
dans l'é-
noncé de
ce fait.

Mais pour dire les choses comme elles sont, il est vrai que les signes ordinaires & extérieurs de la vertu électrique, diminuent sensiblement dans toute la longueur d'une barre de fer disposée comme je viens de le dire; je conçois même comme possible qu'ils disparoissent tout-à-fait: je dis que je le conçois comme

XXI.
LEÇON.

possible , parce que je ne l'ai jamais vu complètement , quelque peine que je me sois donné pour cela , & quelque intérêt qu'on eût à me le montrer. Mais ce qu'on ne manque jamais de voir aux deux extrémités du conducteur dont il s'agit , ce sont deux écoulements très-sensibles de matiere électrique enflammée , dont l'un plus foible *G* , se répand sur le globe de verre ; & l'autre plus fort & plus marqué *F* , sur le globe de soufre. *Voyez la fig. 26.*

Obser-
vation
impor-
tante à
faire
dans cet-
te expé-
rience.

Ces deux écoulements de matiere électrique venant sur-tout d'un corps isolé , prouvent , je crois , d'une manière incontestable , que ce corps n'est point *entièrement* dépourvu d'Électricité ; ils prouvent encore aussi clairement , que l'une des deux Electricités ne détruit pas l'autre , puisqu'elles résident en si bonne union dans la même barre de fer.

Il me reste donc à expliquer ce qui reste de vrai dans le fait , c'est-à-dire , la diminution , ou même si l'on veut , l'extinction des signes d'Électricité sur la longueur de cette barre , les écoulements lumineux qu'on ap-

perçoit aux deux extrémités , & la différence de grandeur qu'on remarque à ces feux.

EXPLICATION.

UN globe de verre ou de soufre, qu'on fait agir sur un conducteur isolé, fait deux choses en même temps : il reçoit de lui un courant de matière électrique ¹⁶ ; c'est ce qu'on apperçoit en G ou en H sous la forme d'une frange ou d'une aigrette lumineuse : il pousse une pareille matière qui se répand dans toute l'étendue de ce même conducteur, & qui en sort de toutes parts pour se répandre dans l'air ¹⁵.

Explication du fait relatif à la juste valeur.

Mais comme l'air grossier n'est point un milieu de facile accès pour ces effluences ⁸, elles cessent de s'y jeter aussi-tôt qu'elles trouvent un corps plus aisé à pénétrer ; & comme ce sont elles qui déterminent les affluences, il n'y a plus de celles-ci par-tout où celles-là viennent à manquer.

Si l'on considère maintenant que le verre, le soufre, lorsqu'on les frotte, peuvent offrir à la matière électrique des passages plus libres que l'air ne

lui en présente ⁷, en comprendra aisément pourquoi la barre de fer isolée entre nos deux globes, n'exerce plus ni attraction, ni répulsion; pourquoi elle ne donne plus d'étincelles: car si chaque globe frotté avec une certaine proportion, dilate ses pores autant qu'il le faut, pour absorber justement la quantité de matière électrique, dont l'autre peut charger le conducteur, les deux courants de matière électrique s'établiront uniquement dans l'intérieur de la barre de fer, ne sortiront que par les deux extrémités, & rien ne refluera dans l'air ambiant; il n'y aura donc ni attraction, ni répulsion, ni étincelles, parce que ces effets supposent des effluences & des affluences.

Je suppose ici que les signes d'Électricité disparoissent entièrement sur toute l'étendue du conducteur; s'ils n'étoient qu'affoiblis ou diminués, comme cela arrive ordinairement, il est aisé de voir d'où cela vient. Si l'un des deux globes pousse vers l'autre plus de matière que celui-ci n'en peut recevoir, le reste produira

des effluences , mais en moindre quantité qu'il n'y en auroit sans l'action du globe absorbant.

Si le courant de matiere qui arrive au globe de soufre , est plus marqué , plus abondant que celui qui se répand sur le globe de verre , c'est , comme je l'ai déjà dit , *que le soufre frotté ou chauffé , est plus propre à recevoir qu'à lancer le fluide électrique* ? , la dilatabilité de ses pores étant plus grande que la réaction de ses parties ; le verre est disposé tout autrement , & les deux courants s'accommodent aux dispositions respectives & actuelles des deux globes.

Je ne puis m'étendre davantage sur l'explication des phénomènes électriques , sans grossir excessivement ce volume ; je crois avoir compris dans cette Section les plus difficiles & les plus intéressants ; le Lecteur qui prendra la peine de bien entendre les principes que j'ai employés , en pourra faire de lui-même une application plus étendue , se rendre raison des faits dont j'aurai omis de parler , & trouver la solution des difficultés que je n'aurois pas prévenues.

J'en ai dit assez sur cette matiere pour assortir mes Leçons de Physique , qui ne sont qu'un ouvrage élémentaire ; un plus grand détail surchargerait le commun des Lecteurs , & ne doit avoir lieu que dans un *Traité ex professo* : au reste , si l'on en veut savoir davantage , on pourra lire mon *Essai sur l'Électricité des corps* ; mes *Recherches sur les causes particulieres des Phénomènes électriques* , & sur-tout mes *Lettres sur l'Électricité* , où l'on trouvera les dernières découvertes qui ont été faites dans cette partie de la Physique , leur appréciation , & les différentes opinions qu'elles ont fait naître.

F I N.

TABLE

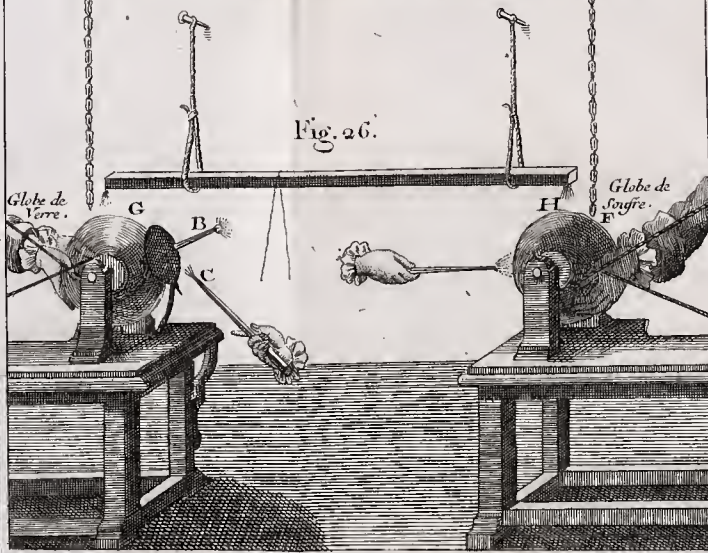
Fig. 25.

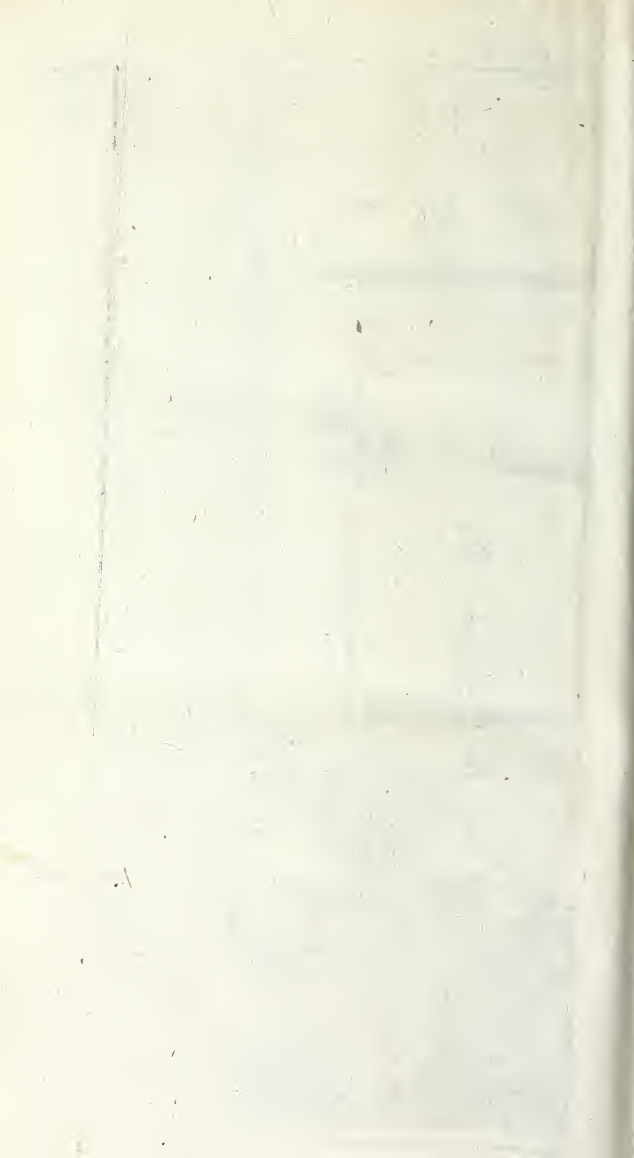


Fig. 27.



Fig. 26.





T A B L E

D E S M A T I E R E S

Contenues dans ce Volume.

XVIII. LEÇON.

*Sur les mouvements des Astres ;
& sur les Phénomènes qui en
résultent.*

P R É A M B U L E , où l'on expose l'objet de
cette leçon , page I
Ce que c'est qu'un système astronomique , &
quel est celui qu'on se propose de suivre , 5
Description d'un instrument nommé *Orrerie* ,
ou **PLANÉTAIRE** artificiel , 8

I. SECTION ,

*Dans laquelle on donne une idée générale des
Phénomènes célestes , selon le système de Co-
pernic ,* 12.

I. OPÉRATION du Planétaire , ibid.
APPLICATIONS de ce qui a été représenté par
la première opération du Planétaire , 14
Distinction des astres en deux classes. Etoiles
fixes , Planetes , ibid.
Figure & couleur du Ciel étoilé , 16
Tome VI. V v

Constellations ; leur origine, leurs noms, leur nombre, leurs places au Ciel, &c.	22
Différentes grandeurs des étoiles fixes, informes, nébuleuses, voie lactée,	27
Le Soleil, sa nature, sa place dans l'univers, ses fonctions, sa grandeur, sa figure, sa splendeur, ses taches, son mouvement propre, &c.	31
Planètes du premier & du second ordre ; leur nature, leur nombre, leurs positions, leurs grandeurs, leurs distances respectives, leurs mouvements, leurs phases, &c.	36
II. OPÉRATION du Planétaire,	48
APPLICATIONS, par lesquelles on fait voir d'où proviennent les différents aspects des planètes, leurs conjonctions, leurs oppositions, leurs phases, &c.	49
III. OPÉRATION du planétaire,	53
APPLICATIONS qui font connoître la figure des orbites ; ce qu'on doit entendre par <i>excentricité</i> , <i>aphélie</i> , <i>périhélie</i> , <i>moyenne distance</i> , <i>apogée</i> , <i>périgée</i> , <i>apsides</i> , &c. ce qui fait varier la grandeur apparente d'un astre, <i>ibid.</i>	
Irrégularités apparentes dans la marche des planètes ; ce qui les rend <i>directes</i> , <i>rétrogrades</i> , <i>stationnaires</i> , &c.	56
IV. OPÉRATION du Planétaire,	58
APPLICATION de cette opération, pour rendre raison des irrégularités apparentes des planètes, selon le système de Copernic,	59
V. OPÉRATION du Planétaire,	63
APPLICATION de cette opération pour expliquer les irrégularités des planètes, suivant le système de Ptolomée,	64
Les planètes s'éclipsent rarement, malgré leurs fréquentes oppositions & conjonctions,	66
VI. OPÉRATION du Planétaire,	67

APPLICATION de cette opération, pour faire voir la cause du phénomène précédent dans l'inclinaison des orbites des planetes,	68
Nœuds des orbites, latitude, tant septentrionale que méridionale,	69
Cometes; leur nature & leur figure,	70
D'où vient la rareté de leurs apparitions,	71
Aberration de leurs orbites, par rapport à l'Ecliptique,	73
Leurs rétrogradations, par rapport à l'ordre des signes du Zodiaque,	<i>ibid.</i>
Prédictions de leur retour vérifiées,	74

II. SECTION,

Où l'on fait connoître plus particulièrement les mouvements du Soleil, de la Terre & de la Lune, avec les phénomènes qui en résultent, 75

VII. OPÉRATION du Planétaire,	76
APPLICATIONS de cette opération, où il est question de la figure de la Terre,	79
De l'horizon, tant rationnel que sensible,	81
Des pôles de l'horizon; Zénith & Nadir, & des poles du monde; arctique & antarctique,	82
Des différentes positions de la sphere, & des phénomènes qui en résultent,	83
VIII. OPÉRATION du Planétaire,	96
APPLICATIONS de cette opération,	102
Mouvement annuel du Soleil,	<i>ibid.</i>
Distinction à faire entre les signes du Zodiaque & les Constellations dont ils portent le nom,	103
Mouvement diurne du Soleil plus lent que celui des étoiles fixes,	106
Effet de ce retardement, par rapport à l'aspect du Ciel étoilé,	107

Séjour du Soleil plus long dans les signes septentrionaux que dans les signes méridionaux ,	108
Mesure du temps , tirée des mouvements du Soleil & de ceux de la Lune ,	109
Division du temps ; le jour naturel & astronomique ,	110
Temps vrai & temps moyen ; différence de l'un à l'autre ,	111
Le jour artificiel ou civil , la nuit , les crépuscules ,	112
Jours de la semaine ; origine de leurs noms ,	115
Mois solaires ; leur nombre , leur durée ,	116
L'année solaire , commune & bissextile ,	117
Réforme du Calendrier , sous le Pontificat & par les soins du Pape Grégoire XIII ,	118
Le cycle solaire ; méthode pour le trouver ,	120
Lettre dominicale ; manière de la trouver ,	121
Les Saisons de l'année ; la durée de chacune ; les différents climats ,	123
IX. OPÉRATION du Planétaire ,	127
APPLICATIONS concernant les différents mouvements de la Lune , & les phénomènes qui en dérivent ,	129
Mois périodique , & mois synodique de la Lune ,	131
Phases de la Lune ,	<i>ibid.</i>
Retard de la Lune dans son mouvement diurne ,	134
Jour de la Lune , ou sa révolution autour de son axe ,	<i>ibid.</i>
Mouvement de libration de la Lune ,	135
Latitude de la Lune ; rend les éclipses plus rares ,	<i>ibid.</i>
Mouvement des nœuds de son orbite ; contribue encore à rendre les éclipses moins fréquentes ,	136

Le cycle lunaire ou le nombre d'or ; méthode pour le trouver ,	136
Les Epâctes ; maniere de les trouver ,	137
Cause des éclipses en général ,	140
Eclipses de Lune ; comment elles deviennent <i>partiales , centrales , totales , &c.</i>	<i>ibid.</i>
Eclipses de Soleil , & ce qu'elles ont de remarquable ,	142
RÉFLEXIONS sur les causes des mouvements réels qu'on observe dans le Ciel ,	147

XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

Avant - propos ,	160
Origine , nature & qualités sensibles de l'aimant ,	162
Propriétés de l'aimant ; comment on découvre s'il a des poles ,	164
ATTRACTION , premiere propriété de l'aimant ,	165
I. Exp. qui prouve que l'aimant attire le fer ,	<i>ibid.</i>
II. Exp. qui prouve la même chose ,	<i>ibid.</i>
Observations sur l'attraction de l'aimant ,	166
De quel métal il convient de faire les <i>armures</i> de la pierre d'aimant ,	<i>ibid.</i>
Différents degrés de force dans les aimants ,	168
Le fer seul attirable par l'aimant. Explication des phénomènes qui semblent indiquer le contraire ,	172
Montagnes d'aimant ; ce qu'on en doit penser ,	173
RÉPULSION , seconde propriété de l'aimant ,	174
III. Exp. qui prouve que les poles de même	

nom se repoussent ,	174
IV. Exp. qui prouve la même chose ,	175
Observations concernant l'action de l'aimant sur le fer ,	<i>ibid.</i>
La vertu magnétique agit à travers toutes sortes de matieres ,	176
Applications curieuses de cette propriété de l'aimant ,	178
COMMUNICATION de la vertu magnétique : troisieme propriété de la pierre d'aimant ,	179
V. Exp. qui prouve que la vertu magnétique se communique au fer ,	<i>ibid.</i>
Observations sur la communication de la vertu magnétique ,	180
La vertu magnétique s'affoiblit ou se perd en certains cas ,	181
Distinction des aimants , en <i>généreux</i> & en <i>vi-goureux</i> ,	<i>ibid.</i>
Procédé à observer pour communiquer la vertu magnétique ,	182
Aiguilles de boussoles ; de quoi il convient qu'on les fasse ,	<i>ibid.</i>
Aimants artificiels ; leurs histoire & leurs différentes constructions ,	183
DIRECTION , quatrieme propriété de l'aimant ,	195
VI. Exp. qui prouve qu'une aiguille de fer aimantée se dirige du Sud au Nord ,	<i>ibid.</i>
Observations sur la direction de l'aimant ,	196
Invention de la boussole ,	197
Description de la boussole ou compas de mer ,	199
Boussoles portatives & à cadran ,	201
Perfections à désirer dans la boussole ,	202
Déclinaison de l'aiguille aimantée ,	203
INCLINAISON de l'aiguille aimantée ; cinquieme	

- me propriété de l'aimant , 207
- VII. Exp. qui prouve qu'une aiguille aimantée s'incline vers la Terre , *ibid.*
- Observations, concernant l'inclinaison de l'aiguille aimantée , 208
- Difficulté de construire des aiguilles d'inclinaison qui soient comparables entr'elles , 209
- Remede contre l'inclinaison des aiguilles , *ibid.*
- RÉFLEXIONS *sur les causes du magnétisme* , 211
- VIII. Exp. qui prouve l'existence d'une matiere magnétique , 212
- Réflexions sur la matiere magnétique , 213
- Qualités de la matiere magnétique , *ibid.*
- Opinions des Physiciens sur la façon d'agir de la matiere magnétique , 214
- Difficultés contre ces opinions , 215
- IX. Exp. qui semble prouver que la matiere magnétique agit dans une direction perpendiculaire à la surface de la terre , 221
- Réflexions au sujet de cette expérience , 222
- X. Exp. qui prouve qu'il y a dans le fer , ou qu'on peut aisément faire prendre à ce métal une disposition par laquelle il devient propre à recevoir la matiere magnétique , & à favoriser son action , 224
- XI. Exp. d'où l'on peut conclure la même chose , 226
- Réflexions sur les deux dernieres expériences , 227
- Opinion de M. Dufay au sujet du magnétisme , 228
- Opinion de M. de Réaumur sur le même sujet , 229

XX. LEÇON.

*Sur l'Electricité, tant naturelle
qu'artificielle.*

Exposition du sujet, & sa division, 234

I. SECTION.

*Sur la nature de la vertu électrique, sur les moyens
de la faire naître, & sur les signes par lesquels
elle se manifeste,* 239ART. I. *Sur la nature de la vertu électrique,*
*ibid.*L'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, est
l'effet d'une cause vraiment mécanique, *ibid.*I. PROPOSITION. *L'Electricité est l'effet d'une
matiere en mouvement autour ou au-dedans du
corps qu'on nomme électrisé,* 241I. Exp. qui prouve cette proposition, *ibid.*

II. Exp. qui prouve la même proposition, 242

Réflexions sur l'existence & la nature de la
matiere électrique, 244Cette matiere n'est pas celle du corps électri-
sé, 245

Ce n'est point l'air de l'athmosphere, 246

Il y a apparence que c'est le feu élémentaire, 247

II. PROP. *Il est très-probable que la matiere é-
lectrique est la même que celle du feu & de la lu-
miere,* 248III. Exp. qui prouve cette proposition, *ibid.*IV. Exp. qui rend cette proposition encore
plus probable, 250

V. Exp. qui ajoute une nouvelle preuve, 251

Réflexions sur la seconde proposition, *ibid.*

Analogies du feu élémentaire avec la matiere électrique, 253

La matiere électrique n'est pas le feu élémentaire tout pur, 261

III. PROP. *Pour l'électricité, comme pour la lumiere, tous les corps ne sont pas également perméables,* *ibid.*

VI. Exp. qui prouve cette proposition, *ibid.*

VII. Exp. qui la prouve encore, 262

VIII. Exp. qui ajoute aux preuves précédentes; 263

Réflexions au sujet de la troisieme proposition, *ibid.*

IV. PROP. *L'Electricité ne dilate point les corps, & n'augmente point leurs dimensions ou leur volume, comme la chaleur,* 264

IX. Exp. qui prouve cette assertion, *ibid.*

Réflexion sur cette derniere expérience, 265

ART. II. *Sur les moyens d'exciter ou de faire naître la vertu électrique,* 267

La matiere électrique sans mouvement, n'est point l'Electricité, *ibid.*

Origine du mot *Electricité*, *ibid.*

Diverses façons d'exciter la vertu électrique; le frottement la premiere de toutes, 268

I. PROP. *De tous les corps qui ont assez de consistance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amolliissent point trop par le frottement, il en est peu qui ne s'électrifient quand on les frotte,* 269

I. Exp. qui prouve cette assertion, *ibid.*

II. PROP. *Un degré de chaleur qui n'est pas capable d'amollir les corps, les rend plus propres à s'électrifier par le frottement,* 271

II. Exp. qui prouve cette assertion, *ibid.*

Observations au sujet de la proposition précédente, 272

Les métaux ne s'électrifient point par le frottement ,	272
Toutes fortes de verres ne s'électrifient pas également bien ,	273
A force d'être frottés , certains verres deviennent plus électrisables ,	274
L'électrisabilité du verre ne tient point à la couleur , ni à la transparence , ni à la figure , <i>ibid.</i>	
Mais plutôt au degré de dureté & de cuisson ,	<i>ibid.</i>
Grandeur , figure , épaisseur du verre ,	275
Maniere de frotter le verre ,	278
Des frottements égaux ne suffisent pas pour électriser également différents corps ,	279
Choix des matieres qui doivent être employées à frotter les corps électriques ,	<i>ibid.</i>
Distinction à faire entre les animaux & les matieres animales ,	281
Esprits folets , & autres feux de la même matiere ,	282
Chauffer les corps qu'on veut électriser par frottement ,	284
La masse du frottoir , plus ou moins grande , n'est point une chose indifférente ,	286
III. PROP. <i>Les corps qui ne peuvent point s'électriser par frottement , ou qui ne s'électrifient que foiblement par cette voie , peuvent recevoir la vertu électrique par communication ,</i>	287
III. Exp. qui prouve cette assertion ,	289
Applications de l'expérience précédente ,	291
Conducteurs ; de quelles matieres il convient de les faire ,	<i>ibid.</i>
De quelle grandeur ,	292
De quelle longueur , & dans quelle direction ,	294
Cerf-volant électrique ; premier auteur de cette invention ,	<i>ibid.</i>

DES MATIERES. 315

De quelle masse doit être le conducteur , & de quelle forme ,	295
D'une seule piece , ou de plusieurs mises bout à bout ,	296
Isolement des conducteurs ,	297
De quelle matiere on doit faire les supports pour isoler ,	298
ART. III. <i>Des signes par lesquels la vertu élec- trique se manifeste ,</i>	300
Signes ordinaires de la vertu électrique , <i>ibid.</i>	
Equivoques dans bien des cas ,	301
PROPOSITION. <i>Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriser , & que l'on regarde com- munément comme ne l'étant pas , fait quel- quefois d'une manière très-marquée , tout ce qui annonce une forte électricité , attraction , ré- pulsion , attouchements d'émanations invisibles , aigrettes lumineuses , étincelles , piquûres , in- flammations , &c.</i>	303
I. Exp. pour prouver cette assertion ,	<i>ibid.</i>
II. Exp. qui prouve encore la même chose ,	304
III. Exp. qui ajoute aux deux premieres un nouveau degré d'évidence ,	<i>ibid.</i>
Réflexions sur les expériences précédentes ,	305
IV. Exp. nouvelle preuve de la même propo- sition ,	307
V. Exp. autre preuve ,	311
VI. Exp. autre preuve ,	313
VII. Exp. autre preuve ,	314
VIII. Exp. autre preuve ,	316
Réflexions sur toutes ces preuves , & nouvel- les conséquences qu'on en doit tirer ,	319
Deux sortes de conducteurs , les uns isolés , les autres non-isolés ,	322
Carillon électrique ; application qu'on en peut faire ,	<i>ibid.</i>
Electrometres ; cherchés sans succès jusqu'à	

présent ,	323
Choix des supports pour isoler ,	325
Certains corps plus attirés & repoussés que d'autres ,	326
Durée de la vertu électrique dans les conducteurs ,	327
Durée de la vertu électrique dans le verre ,	329
Signes d'Electricité dans le vuide ,	330
L'Electricité communiquée ne diffère point essentiellement de celle qu'on excite par le frottement ,	ibid.

II. SECTION.

Dans laquelle on expose ce que l'expérience a fait connoître de plus certain & de plus propre à nous éclairer sur la cause générale des phénomènes électriques , 332

I. PROP. *Cette matiere subtile qui se meut autour & au-dedans des corps électrisés, & que nous nommons matiere électrique, n'a point un mouvement circulaire ou en forme de tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient pensé; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conserve cette direction autant qu'elle peut ,* 334

Principe de mécanique dont on doit convenir avant que d'entrer en preuves , 335

I. Exp. & premiere preuve de la proposition précédente , 336

II. Exp. & seconde preuve , 337

III. Exp. & troisieme preuve , 338

Observations à la suite des preuves précédentes , 339

II. PROP. *La matiere électrique s'élance du corps électrisé, & se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance ,* 340

IV. Exp. premiere preuve de la seconde proposition, & de l'existence d'une matiere électri-

- que effluente, 341
- V. Exp. seconde preuve de la seconde proposition, 342
- VI. Exp. troisieme preuve de la seconde proposition, 343
- Observations sur les preuves précédentes, 344
- VII. Exp. premiere preuve de la matiere effluente excitée par le soufre, 346
- VIII. Exp. seconde preuve de la matiere effluente excitée par le soufre, 347
- IX. Exp. troisieme preuve de la matiere effluente excitée par le soufre, 348
- X. Exp. quatrieme preuve de la matiere effluente excitée par le soufre, 349
- Réflexions sur l'identité des feux électriques produits par le soufre & par les matieres résineuses, & de ceux qui sont produits par le verre, 350
- III. PROP. *La matiere qui sort des corps électrisés n'occupe qu'une partie des pores de leur surface; ceux apparemment qui sont les plus ouverts, & les plus propres à favoriser ses éruptions,* 353
- XI. Exp. qui rend cette proposition très-probable, *ibid.*
- IV. PROP. *La matiere électrique sort du corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes dont les rayons divergent beaucoup entr'eux,* 355
- XII. Exp. premiere preuve de la quatrieme proposition, 357
- XIII. Exp. seconde preuve de la même proposition, *ibid.*
- XIV. Exp. troisieme preuve de la même proposition, 358
- V. PROP. *Tous les corps qu'on électrise, soit par frottement, soit par communication, reçoivent ou de l'air environnant, ou des autres corps voisins, une matiere tout-à-fait semblable à celle*

<i>qu'ils lancent autour d'eux ,</i>	361
XV. Exp. pour prouver la proposition précédente, c'est-à-dire, l'existence d'une matière électrique <i>affluente</i> ,	362
Réflexions sur la valeur de cette preuve ,	363
Témoignages des plus habiles Physiciens électrisants sur le fait de la quinzième expérience ,	364
XVI. Exp. dont toutes les circonstances prouvent l'existence de la matière <i>affluente</i> ,	370
Observations & Réflexions sur d'autres phénomènes électriques , d'où l'on peut tirer de nouvelles preuves ,	372
VI. PROP. <i>Tout corps électrisé par frottement , ou tout conducteur isolé qu'on électrise , a autour de lui une atmosphère de ce fluide qu'on nomme matière électrique , dont les rayons animés d'un mouvement progressif , vont en deux sens opposés , les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs , les autres venant à lui de l'air , ou des autres corps qui sont autour de lui ,</i>	374
XVII. Exp. première preuve de la fixité des deux courants de matière électrique ,	375
XVIII. Exp. seconde preuve ,	376
XIX. Exp. troisième preuve ,	377
XX. Exp. quatrième preuve ,	378
XXI. Exp. cinquième preuve ,	380
XXII. Exp. sixième preuve ,	383
Observations sur les preuves précédentes ,	<i>ibid.</i>
Contestation sur la 22 ^e expérience ,	384
Faits & raisonnements qui prouvent que le résultat de cette expérience est tel qu'il est énoncé à la page 383 ,	<i>ibid.</i>
VII. PROP. <i>La matière électrique qui sort d'un conducteur isolé par toutes les parties de sa surface qui n'aboutissent point au globe , vient au</i>	

DES MATIERES. 519

<i>moins en partie & immédiatement de ce globe, & du corps qui le frotte,</i>	387
XXIII. Exp. premiere preuve de la proposition précédente,	<i>ibid.</i>
XXIV. Exp. seconde preuve,	388
XXV. Exp. troisieme preuve,	389
Observations à la suite de ces preuves,	<i>ibid.</i>
VIII. PROP. <i>La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur isolé, & que j'ai nommée matiere affluente, ou affluences électriques, se rend aussi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus,</i>	393
XXVI. Exp. premiere preuve de la 8 ^e proposition,	<i>ibid.</i>
Témoignage authentique du résultat de la 26 ^e expérience,	394
Eclaircissement sur une difficulté qu'on pourroit faire,	396
XXVII. Exp. seconde preuve de la 8 ^e proposition,	398
Observations sur les deux dernieres expériences,	399
Eclaircissements pour prévenir quelques objections qu'on pourroit faire,	400



XXI. LEÇON.

*Sur l'Électricité tant naturelle
qu'artificielle.*

III. SECTION.

*Sur la cause générale & immédiate des Phénomènes
électriques.*

Réflexions préliminaires sur la difficulté d'ex-
pliquer la cause des phénomènes électriques
à ceux mêmes qui désirent le plus de la fa-
voir , 403

PROPOSITIONS FONDAMENTALES,
*tirées de l'expérience, & à l'aide desquelles on
peut rendre raison de tous les phénomènes
électriques connus jusqu'à présent ,* 407

Applications de ces principes pour expliquer
les phénomènes de l'Électricité , 410

Distinction des phénomènes électriques en
deux classes, *ibid.*

ART. I. *Contenant les Phénomènes de la premie-
re classe ,* 411

I. FAIT. Un corps électrisé par frottement ou
par communication , attire ou repousse les
corps légers & libres qui sont dans son voi-
sinage , 413

Explication de ce fait ; pourquoi les corps sont
attirés, *ibid.*

Pourquoi ces mêmes corps sont repoussés, 415

II. FAIT. Dès que le corps léger qu'on vou-
loit attirer, a touché le corps électrique, ou
qu'il s'en est seulement approché de fort
près, quelque petit que soit son volume, quel-
que

que figure qu'il ait, il s'en écarte infailliblement après, 416

Explication de ce fait, 417

III. FAIT. Un corps léger que l'on a électrisé, & que l'on tient suspendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'est écarté, ne manque pas de revenir à ce même corps aussi-tôt qu'il a été touché du doigt, ou de quelqu'autre corps semblable & non-isolé, 418

Explication de ce fait, *ibid.*

IV. FAIT. Les corps électrisables par communication, mais qui ne sont point isolés, attirent les petits corps électrisés qui se présentent à eux; un homme, par exemple, avec le bout de son doigt ou un morceau de métal, attire une petite feuille d'or électrisée & flottante en l'air, 419

Explication de ce fait, *ibid.*

V. FAIT. Pendant qu'un corps léger pareil à celui du fait précédent, demeure suspendu & flottant en l'air au-dessus d'un tube de verre électrisé qu'il a touché, si on lui présente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier; il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Espagne, d'une boule de soufre, &c. qu'on a électrisée, 421

Explication de ce fait, *ibid.*

VI. FAIT. Un corps électrisé par frottement ou par communication, attire & repousse en même temps, par le même côté de sa surface plusieurs corps légers qu'on lui présente; de sorte que les uns vont à lui, tandis que les autres s'en écartent, 426

Explication de ce fait, c'est-à-dire, des attractions & répulsions simultanées, *ibid.*

VII. FAIT. Les attractions & les répulsions électriques, toutes choses égales d'ailleurs, sont plus ou moins vives, & s'étendent à des distances plus ou moins grandes, suivant la nature des supports sur lesquels sont placés les petits corps qui doivent être attirés & repoussés;

429

Explication de ce fait,

ibid.

VIII. FAIT. Tout ce qu'on veut électriser par communication, doit être posé sur des matieres qui ne s'électrifient bien que par frottement : telles sont le soufre, la cire d'Espagne, les résines, la soie, &c.

431

Explication de ce fait,

432

Idée de la maniere dont les corps s'électrifient par frottement,

433

Idée de la maniere dont les corps s'électrifient par communication,

435

IX. FAIT. Dans l'expérience d'Hauxbée, des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électrisé se dirigent en forme de rayons qui tendent à l'équateur du globe; & d'autres fils attachés à un cerceau au-dehors, prennent une tendance convergente au centre de ce même globe,

437

Explication de ce fait,

ibid.

X. FAIT. Certains corps ont peine à s'électrifier, les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre maniere,

439

Explication de ce fait,

ibid.

XI. FAIT. Quoique tout ce qui est léger & libre puisse être attiré ou repoussé par un corps actuellement électrique, il y a pourtant certaines matieres qui obéissent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulsions,

440

Explication de ce fait , *ibid.*

Observation importante à ce sujet , 441

XII. FAIT. L'Électricité se communique presque en un instant par une corde de 1200 pieds & plus , à laquelle on a fait faire plusieurs retours ; comment se peut-il faire que la matière électrique passe si promptement d'un bout à l'autre de cette corde , & qu'elle en suive ainsi les différentes directions ? 443

Explications de ce fait , *ibid.*

XIII. FAIT. Une légère humidité nuit à l'Électricité qu'on excite par frottement ; & elle est favorable , bien loin d'être nuisible , à l'Électricité par communication , 445

Explication de ce fait , 446

XIV. FAIT. L'électrisation augmente la transpiration des animaux , accélère l'évaporation des liqueurs , & dessèche les corps solides qui ont quelque suc ou quelque humidité à perdre , 447

Explication de ces faits , *ibid.*

XV. FAIT. On augmente aussi la transpiration des animaux , & l'on fait diminuer le poids des substances évaporables , en les plaçant seulement auprès des corps qu'on électrise , 449

Explication de ce fait , *ibid.*

XVI. FAIT. Les attractions & les répulsions ne sont pas aussi régulières dans le vuide que dans l'air libre , 450

Explication de ce fait , *ibid.*

ART. II. Contenant les Phénomènes de la seconde classe , 452

Les Anciens ont presque totalement ignoré les phénomènes électriques de la seconde classe , *ibid.*

Les feux électriques sont plus propres que les

- autres phénomènes à nous éclairer sur la nature & sur les causes de l'Électricité , 453.
- I. FAIT. A l'extrémité d'une barre de fer , ou au bout du doigt d'un homme qu'on électrise fortement & de suite , il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés qu'on entend bruire sourdement , & qui fait sur la peau une impression assez semblable à celle d'un souffle léger , 454.
- Explication de ce fait , *ibid.*
- Pourquoi ces feux ne produisent qu'un vent frais , 456.
- II. FAIT. Lorsqu'on approche de fort près le bout du doigt ou un morceau de métal d'un corps quelconque fortement électrisé , on apperçoit une ou plusieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit : & si ce sont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve , l'effet dont je parle est accompagné d'une piquûre & d'une commotion qui se fait sentir de part & d'autre , 458.
- Explication de ce fait & de ces circonstances , *ibid.*
- Objection & réponse , 460.
- III. FAIT. Les étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes , sans être provoquées par un autre corps ; cela n'est-il pas contraire aux Explications précédentes ? 462.
- Explication de ce fait & des étincelles spontanées , *ibid.*
- IV. FAIT. Un homme électrisé qui passe légèrement sa main sur une personne non-isolée , vêtue de quelqu'étoffe où il y ait de l'or ou de l'argent , la fait étinceler de toutes parts ; non-seulement elle , mais encore toutes les autres qui sont habillées de pareilles étoffes & qui se touchent ; & ces étincelles

se font sentir aux personnes sur qui elles paroissent, par des picottements qu'elles ont peine à souffrir, 465

Explication de ce fait, *ibid.*

V. FAIT. Une personne électrisée, sur-tout si elle l'est par le moyen d'un globe de verre, allume avec le bout de son doigt de l'esprit de vin légèrement chauffé, que lui présente une autre personne non-isolée, 468

Explication de ce fait, *ibid.*

VI. FAIT. La commotion dans l'expérience de Leyde, 471

Explication du fait, *ibid.*

VII. FAIT. Il faut, pour l'expérience de Leyde, que le vase qui contient l'eau, soit de verre, de porcelaine ou de grais, 477

Explication de ce fait, *ibid.*

Remarques sur l'expérience de Leyde, 480

Conséquences à tirer de ces remarques, 486

VIII. FAIT. Un globe ou un tube de verre vuide d'air, devient tout lumineux au-dedans, quand on le frotte par dehors, & ne donne aucun signe d'électricité à sa surface intérieure, *ibid.*

Explication de ce fait, 487

Pourquoi certains Barometres sont lumineux, 488

IX. FAIT. Un globe de verre enduit de cire d'Espagne par dedans, & que l'on frotte, après l'avoir purgé d'air, devient lumineux intérieurement; & l'on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobstant l'opacité naturelle de la cire d'Espagne, 489

Explication de ce fait, 490

X. FAIT. Le conducteur électrisé par un globe de verre, lance des aigrettes très-épanouies; les pointes de métal qu'on y présente, ne

526 TABLE DES MATIERES.

produisent que des points lumineux ,	492
Circonstances remarquables de ce fait ,	<i>ibid.</i>
Explication du même fait ,	492
XI. FAIT. Si le couffin, ou l'homme qui frotte le globe de verre est isolé, & qu'il ait quelque partie saillante ou pointue qui se porte dans l'air ; au lieu d'une aigrette, on ne voit à cette pointe qu'un point lumineux ,	494
Observation importante sur ce fait ,	<i>ibid.</i>
Explication du même fait ,	495
XII. FAIT. Quand on électrise avec le globe de soufre un conducteur terminé en pointe ; au lieu d'une belle aigrette, on n'apperçoit qu'un point lumineux à l'extrémité la plus reculée du globe ,	496
Explication de ce fait ,	<i>ibid.</i>
La différence qu'on observe entre les feux électriques produits par le soufre , & ceux que le verre fait naître, ne suffit pas pour établir l'existence de deux Electricités essentiellement différentes ,	498
XIII. FAIT. Un conducteur isolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de soufre, que l'on électrise le plus également qu'il est possible, n'acquiert, dit-on, aucune Electricité, ou perd <i>entièrement</i> celle qu'il a ,	499
Correctif à mettre dans l'énoncé de ce fait ,	<i>ibid.</i>
Observation importante à faire dans cette expérience ,	500
Explication du XIII ^e fait , réduit à sa juste valeur ,	501
Conclusion ,	503

*Fin de la Table des Matieres
du Tome sixieme.*

433



1385-117 v.6





